

2. 이동교[하]

2.1 시설물 개요

2.2 자료수집 및 분석

2.3 현장조사

2.4 콘크리트 내구성조사

2.5 상태평가

2.6 종합평가 및 안전등급 지정

2.7 보수·보강 및 유지관리 방안

2.8 종합결론

2. 이동교(하)

2.1 시설물의 개요

본 시설물은 경기도 안성시 양성면 난실리 375-1에 위치한 교량으로서 총 연장 120.0m, 폭 17.3m, 편도 4차로로 시공되어 있다.

2.1.1 일반사항

【표 2.1.1】 이동교(하) 일반사항

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물번호		BR2005-0000270		관리번호		-	
시설물위치		경기도 안성시 양성면 난실리 375-1		준공년월일		2004. 12. 30	
설계하중		DB-24/DL-24		노 선 명		국도45호선	
제원	연장	L=120.0m (2@30.0m+2@30.0m)					
	폭	B=17.3m, 편도 4차선					
구조 형식	상부	PSC I Girder		기초 형식	교 대	확대기초	
	하부	교대 : 역T형식(RTA) 교각 : 라멘식			교 각	직접기초	
교량받침		탄성고무받침		신축이음		A1, A2 : Finger Joint P2 : Rail Joint	
교차시설물		진위천, 도로(양성로)		통과높이		5.0m	
시 공 자		삼성물산(주)		관리주체		수원국토관리사무소	
부착시설내용		-					

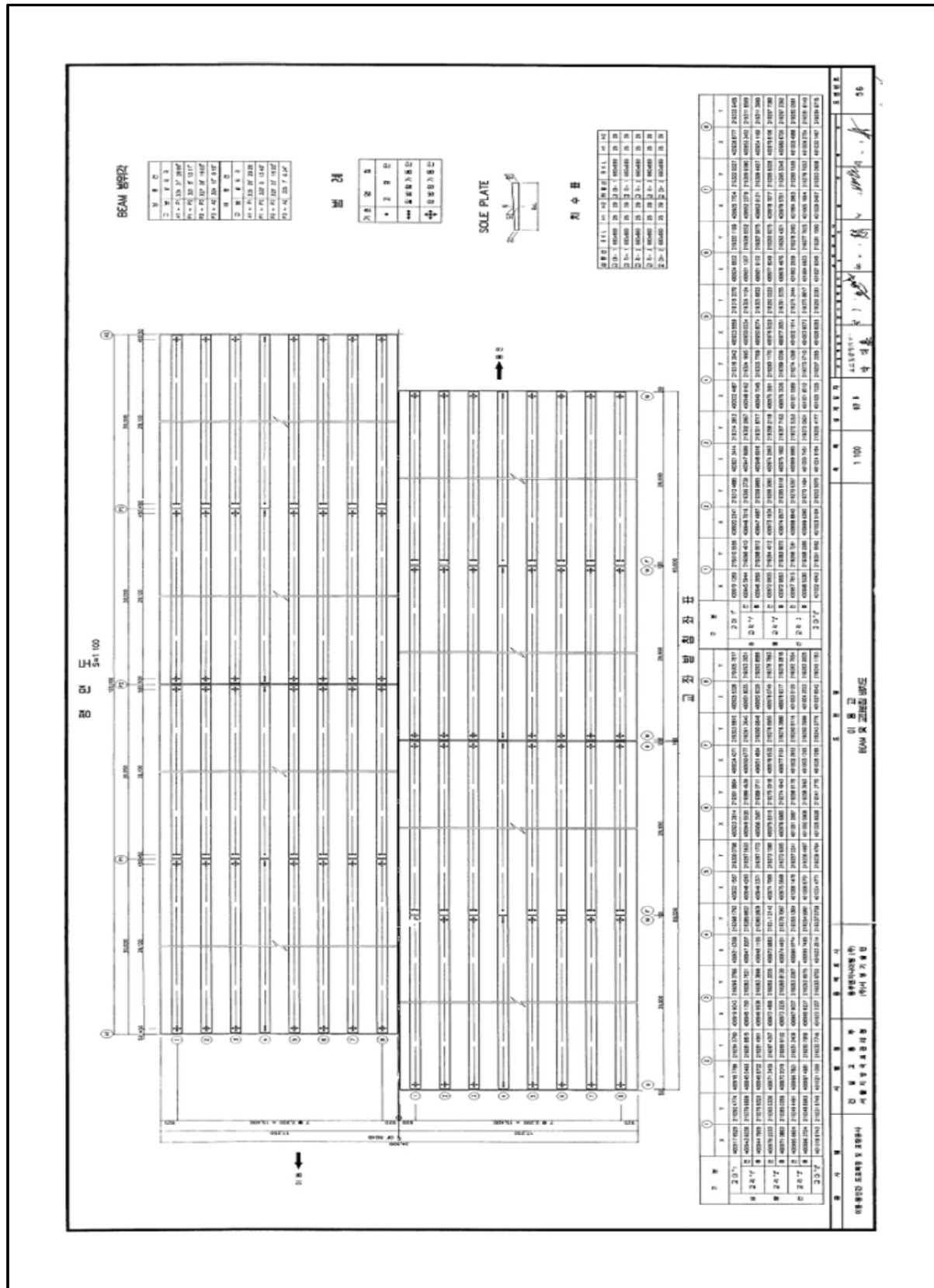
2.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 2.1.1】 위치도

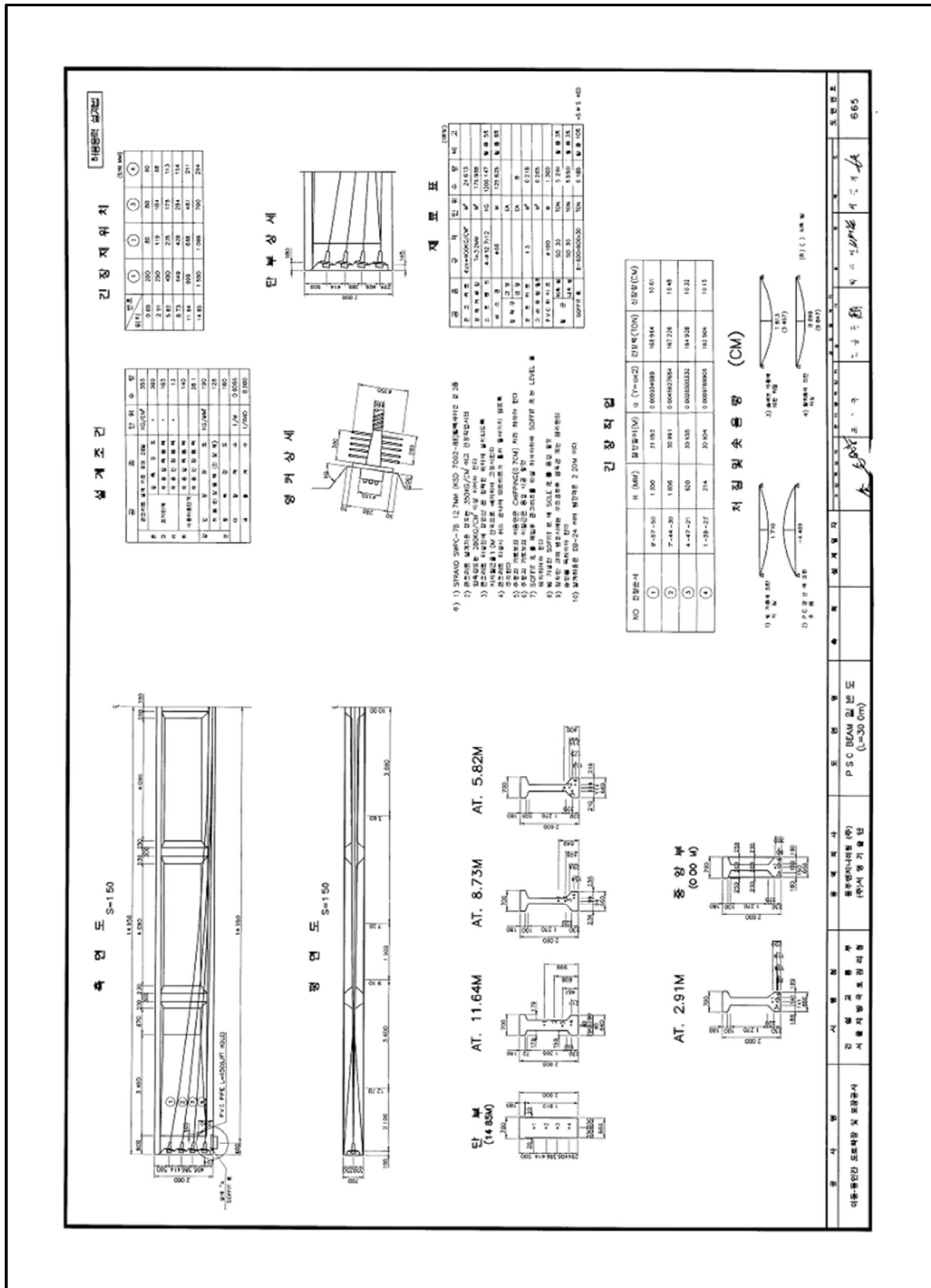
	
교면포장 전경	바닥판하면, 거더 전경
	
교량받침 전경	신축이음 전경
	
교대 전경	교각 전경

【그림 2.1.2】 부재별 현황

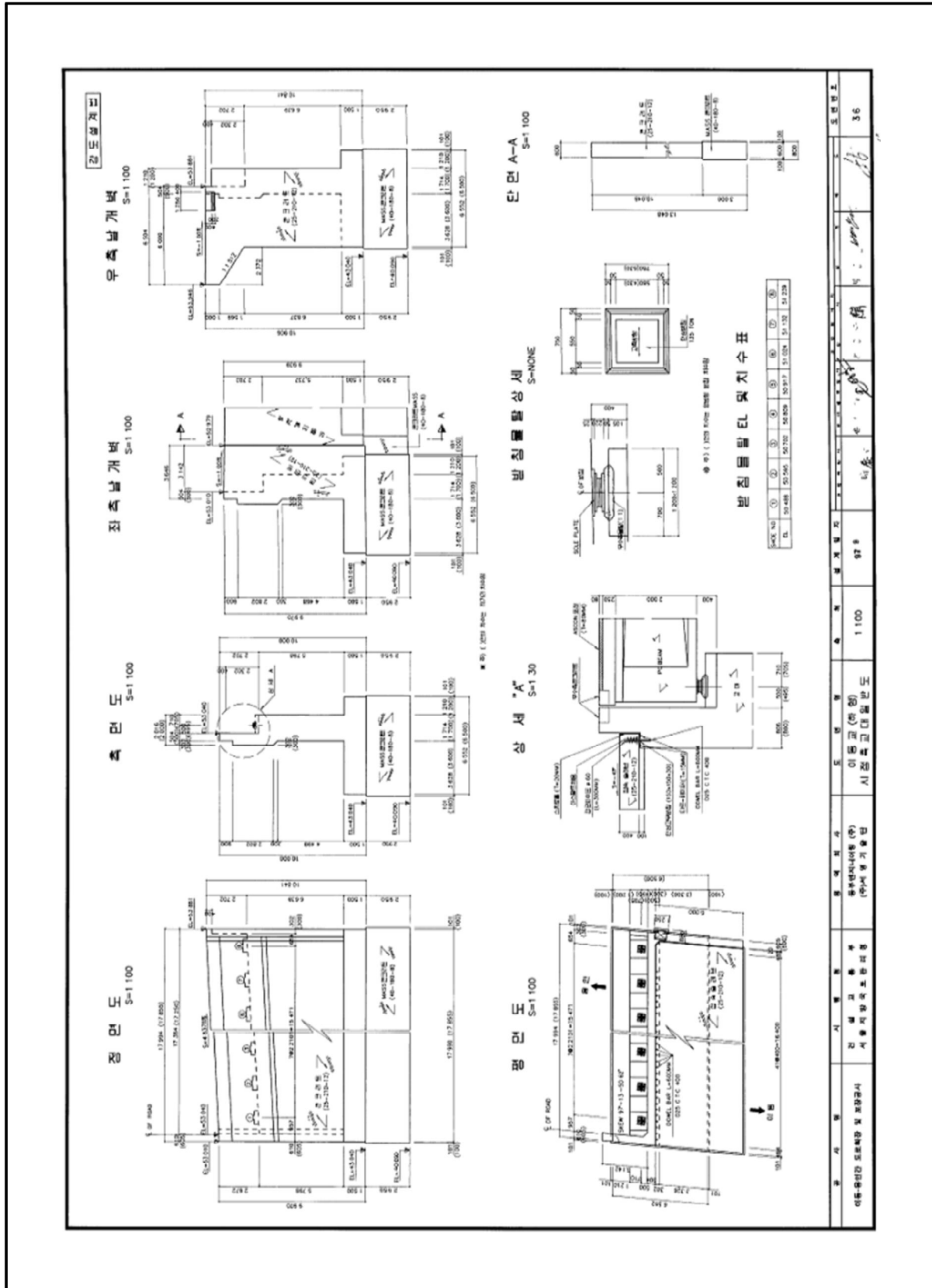


【그림 2.1.4】 교량받침 배치도

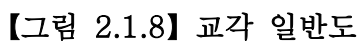




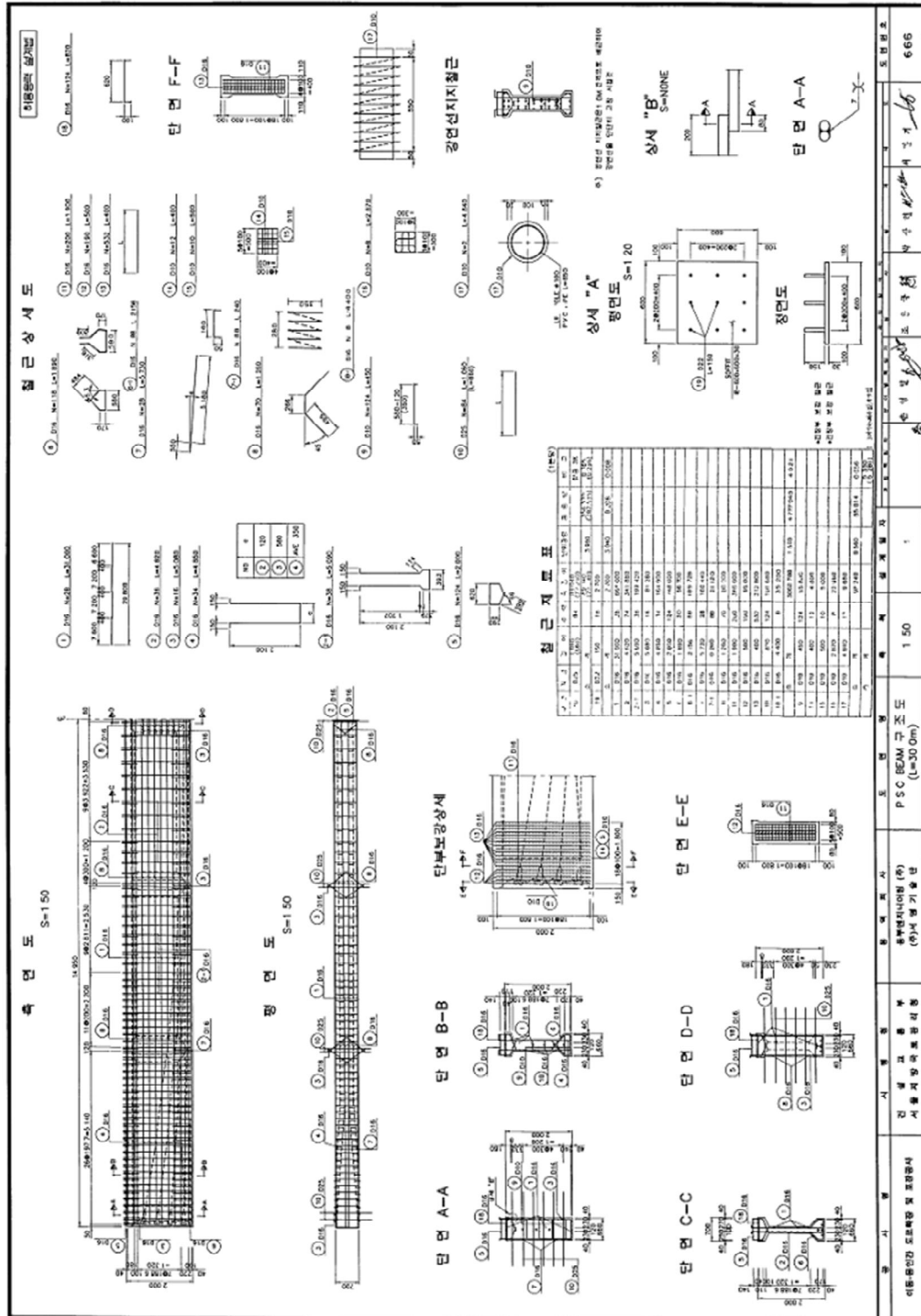
【그림 2.1.6】 거더 일반도



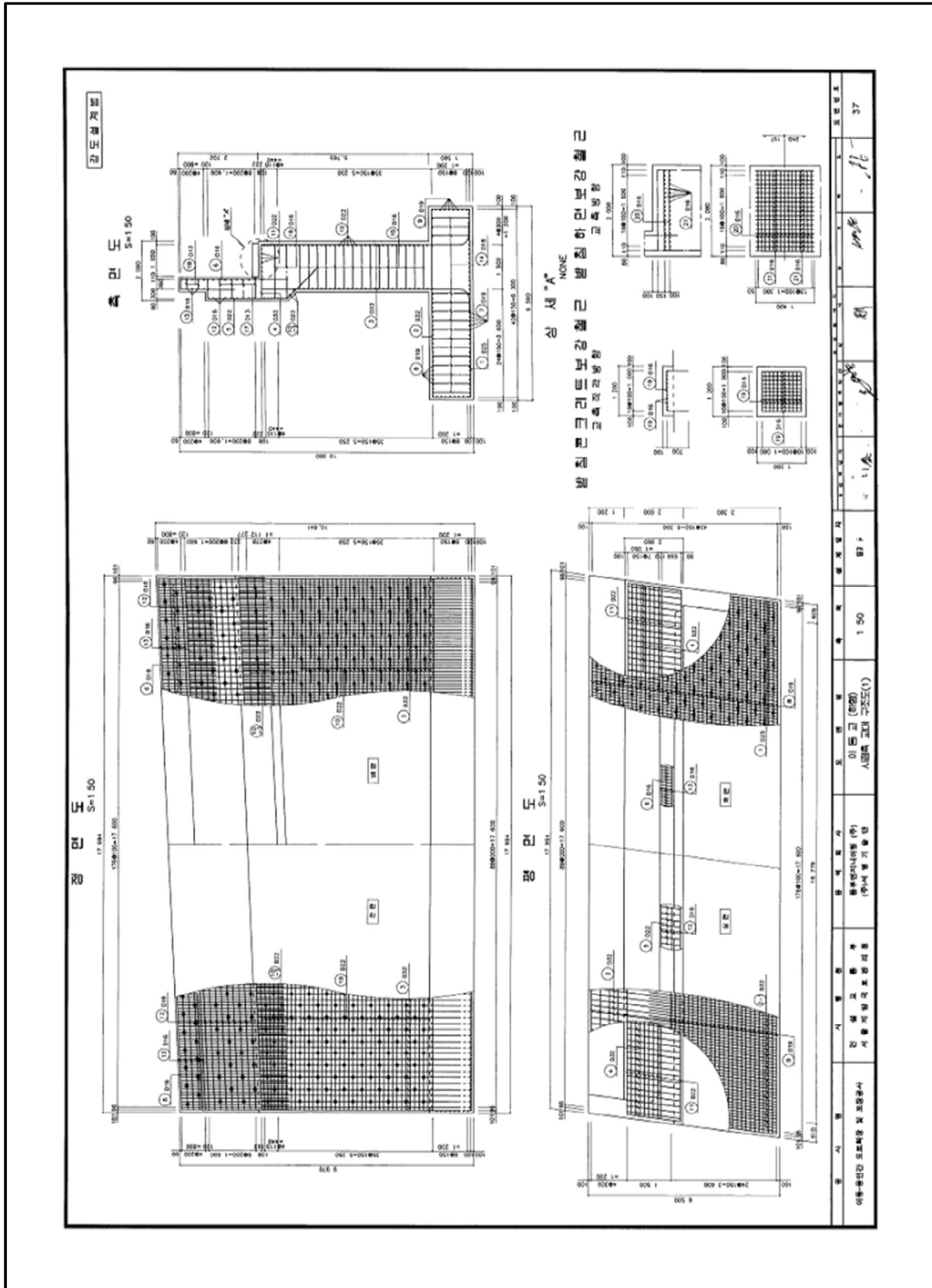
【그림 2.1.7】 교대 일반도



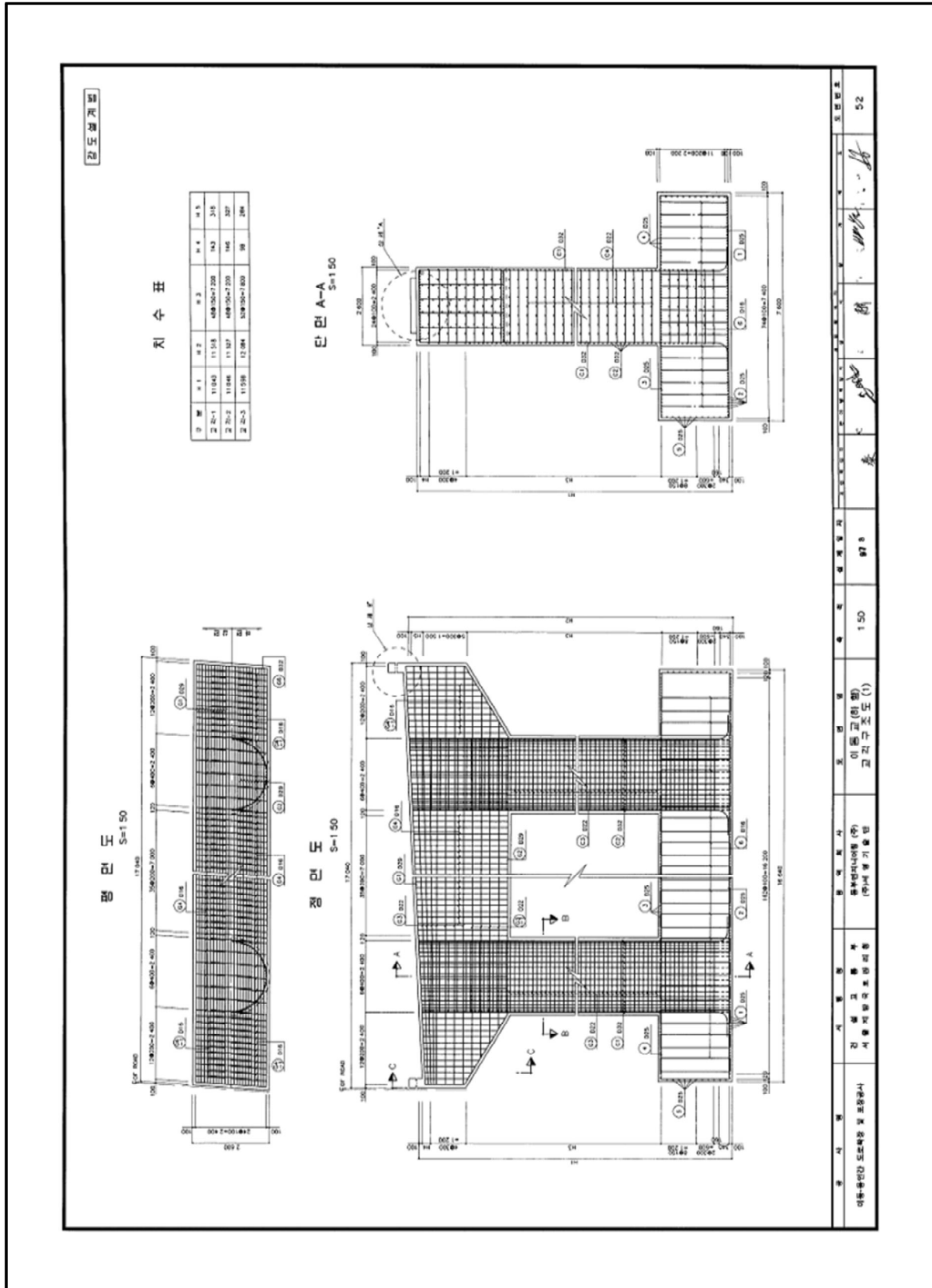




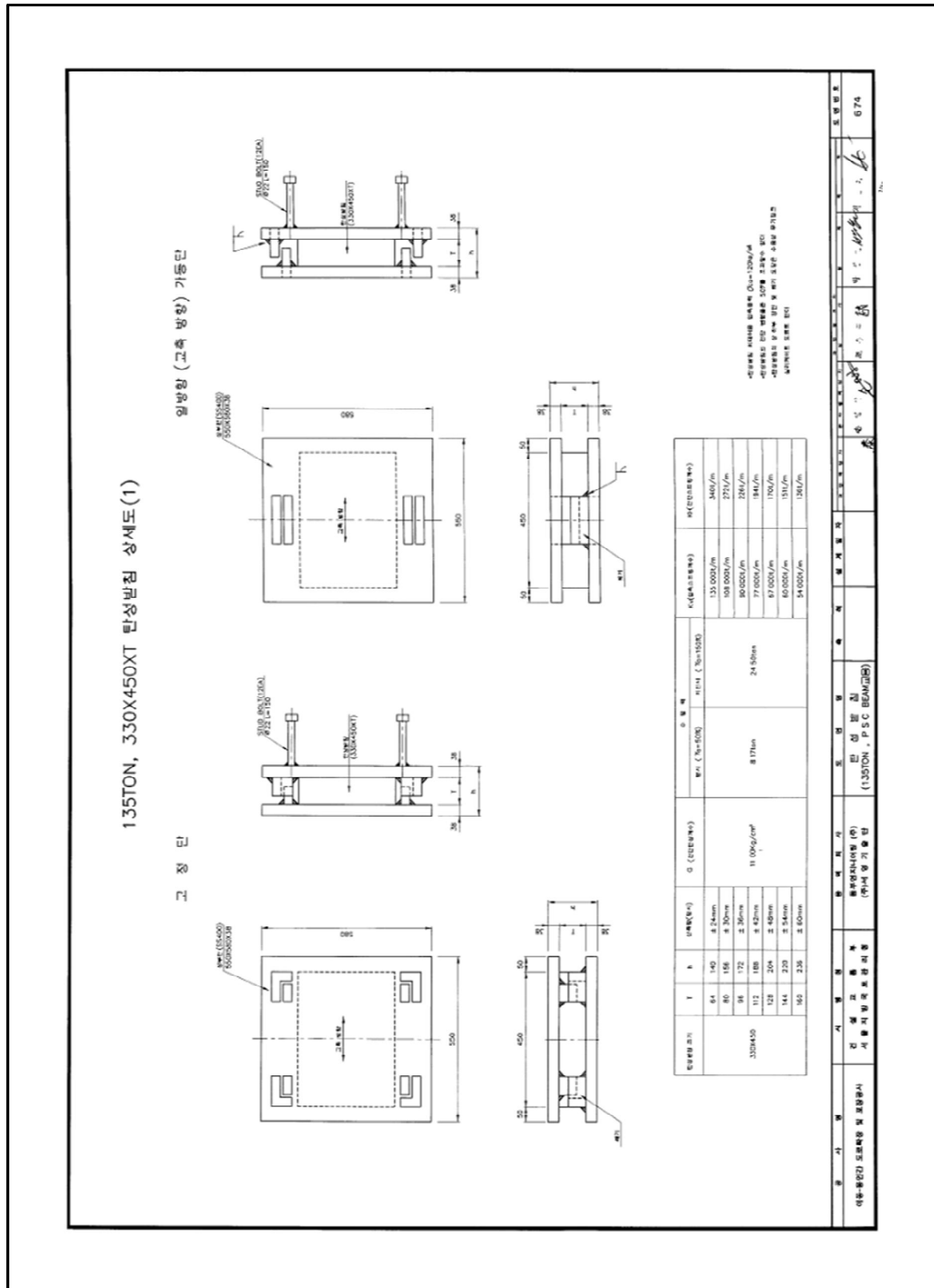
【그림 2.1.10】 거더 구조도



【그림 2.1.11】 교대 구조도



【그림 2.1.12】 교각 구조도



2.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “이동~용인간 도로확장 및 포장공사”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

2.2.1 설계자료 검토

가. 구조계산서

1) 설계기준

1. 설계조건 (이동교 <80M>)

1) 교량형식 : P.C RC梁교

2) 교량연장 : 60.00 M (계산연장)

지간수	지간장(m)
2	30.0
0	0.0

3) 교량폭원 : 17.250 M

4) 교량등급 : 1등급

5) 하중조건

(1) 사하중(단위중량)

① 콘크리트 : $\gamma_c = 2,500 \text{ t/m}^3$

② ASPHALT 포장 : $\gamma_p = 2,300 \text{ t/m}^3$

(2) 활하중

① 차륜하중 : DB 24.0 & DL 24

② 충격계수 : $i = 15 / (40 + L) \leq 0.3$

6) 사용재료

① 콘크리트 설계기준강도 : $f_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$

② 철근의 항복강도 : $f_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$

7) 설계방법 (강도설계법)

① $U = 1,300 \times MD + 2,150 \times Mf + i$

② $U = 1,300 \times MD + 1,300 \times Mh + 1,300 \times Mf + i$

③ $U = 1,300 \times MD + 0,650 \times Mh + 1,300 \times Mf + i$

I-278

2. 슬래브 검토(연속부)

1) 표준평단면도 (1: 중분다, 2: 방호벽, 3: 방음벽)

2 방호벽

2) 슬래브 검토

●방상부 flange폭 0.700

(1) 바닥판의 지간

$\cdot L = 1.750 \text{ M}$

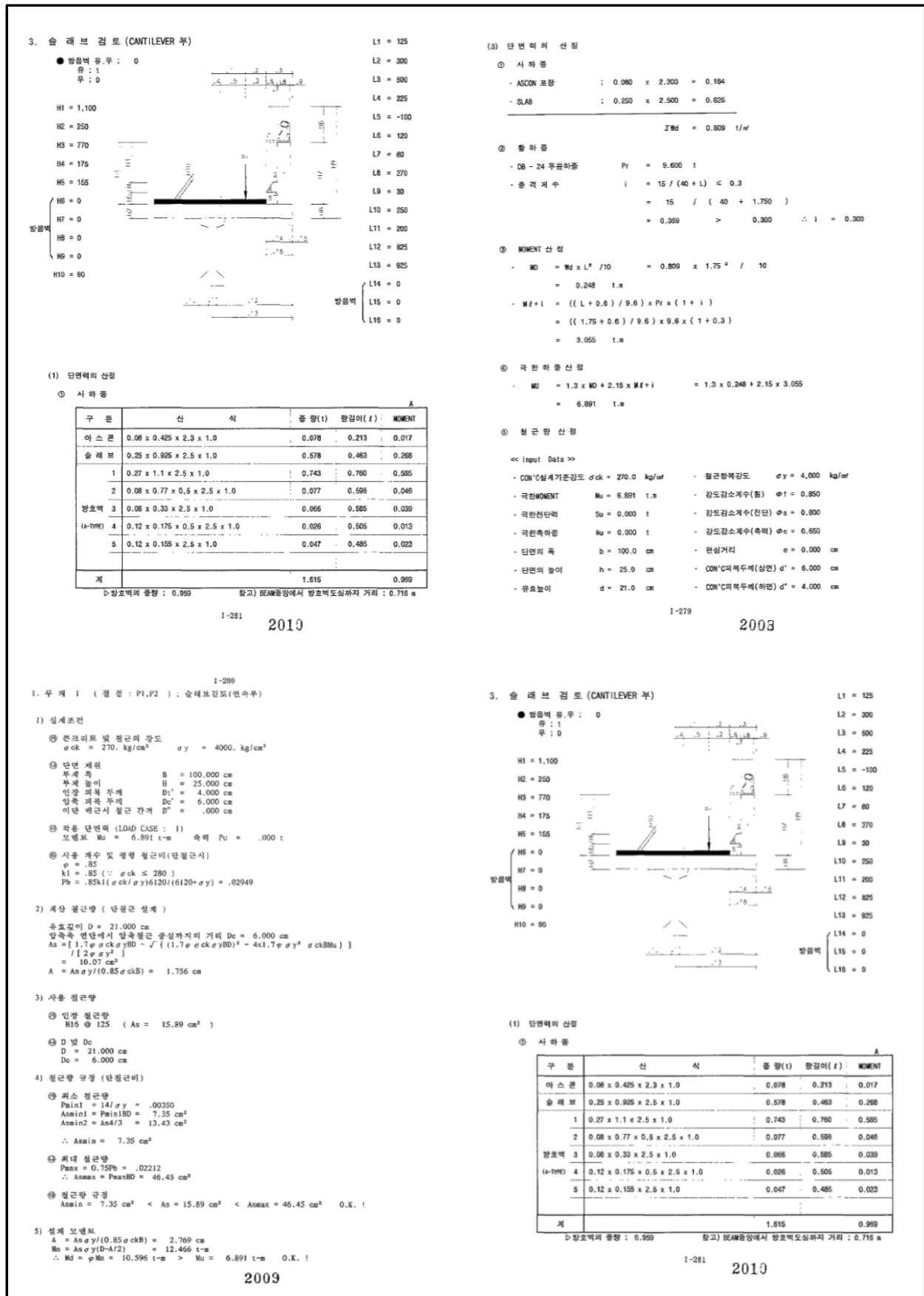
(2) 바닥판의 최소평배 검토

$\cdot t = 3 \times L + 13 = 3 \times 1.750 + 13 = 18.250 \text{ cm}$

$t = 18.250 \leq 25.000 \text{ cm} \therefore \text{OK}!!$

I-277
2006
2007

2) 구조검토 결과 요약_상부구조(바닥판)



I-282 ② 활 하중 · 충격계수 $i = 15 / (40 + L) \leq 0.3$ $= 15 / (40 + 0.05)$ $= 0.375 > 0.300$ $\therefore i = 0.300$ · 유효폭 $E = 0.8 \times L + 1.14$ $= 0.800 \times 0.050 + 1.140 = 1.160 \text{ m}$ · 모멘트 $Mf = P \times L \times (1 + i) / E$ $= 9.600 \times 0.050 \times (1.000 + 0.300) / 1.160$ $= 0.529 \text{ t.m/m}$ ③ 충돌 하중 · 설계속도 $V = 120.0 \text{ km/hr}$ · 작용높이 $H = 1.060 \text{ m}$ · 충돌하중 $Ph = (V / 50)^2 \times 750 + 250 = 3.250 \text{ t.m}$ · 모멘트 $Mh = Ph \times H = 3.25 \times 1.000 = 3.250 \text{ t.m/m}$ ④ 중 하중 · $W = 0.300 \text{ t/m}^2$ · $y = 1.1 / 2 + 0.25 / 2$ $= 0.675 \text{ m}$ · 중 하중 $P = 0.3 \times 1.02$ $= 0.306 \text{ t/m}$ · 모멘트 $Mw = P \times y$ $= 0.207 \text{ t.m/m}$	(2) 극한 단면력 ① $Mu = 1.3 \times MD + 2.15 \times Mf + i$ $= 1.300 \times 0.989 + 2.150 \times 0.529 = 2.397 \text{ t.m}$ ② $Mu = 1.3 \times MD + 1.3 \times Mh + 1.3 \times Mf + i$ $= 1.300 \times 0.989 + 1.300 \times 3.250 + 1.300 \times 0.529$ $= 6.173 \text{ t.m}$ ③ $Mu = 1.3 \times MD + 0.65 \times Mh + 1.3 \times Mf + i$ $= 1.300 \times 0.989 + 0.650 \times 0.207 + 1.300 \times 0.529$ $= 2.082 \text{ t.m}$ (3) 철근량 산정 << Input Data >> · CON'크기계수강도 $\sigma_{ck} = 270.0 \text{ kg/cm}^2$ · 철근항복강도 $\sigma_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$ · 극한모멘트 $Mu = 6.173 \text{ t.m}$ · 강도감소계수(휨) $\phi_f = 0.850$ · 극한전단력 $Su = 0.000 \text{ t}$ · 강도감소계수(전단) $\phi_s = 0.900$ · 극한축하중 $Nu = 0.000 \text{ t}$ · 강도감소계수(축력) $\phi_c = 0.650$ · 단면의 폭 $b = 100.0 \text{ cm}$ · 편심거리 $e = 0.000 \text{ cm}$ · 단면의 높이 $h = 25.0 \text{ cm}$ · CON'크기계수(상면) $d' = 6.000 \text{ cm}$ · 유효높이 $d = 19.0 \text{ cm}$ · CON'크기계수(하면) $d'' = 4.000 \text{ cm}$
I-284 2. 부재 2 (결 결 : P1, P2) : 슬래브강도 (CANTILEVER부) 1) 설계조건 ① 콘크리트 및 철근의 강도 $\sigma_{ck} = 270.0 \text{ kg/cm}^2$ $\sigma_y = 4000.0 \text{ kg/cm}^2$ ② 단면 치수 부재 폭 $B = 100.000 \text{ cm}$ 부재 높이 $H = 25.000 \text{ cm}$ 인장 피복 두께 $D1' = 6.000 \text{ cm}$ 압축 피복 두께 $Dc' = 4.000 \text{ cm}$ 이단 배근시 철근 간격 $D'' = 1.000 \text{ cm}$ ③ 작용 단면력 (LOAD CASE : 1) 모멘트 $Mu = 6.173 \text{ t.m}$ 축하중 $Pu = .000 \text{ t}$ ④ 사용 계수 및 경향 철근비 (단원근시) $\phi = .85$ $kl = .85 (\because \sigma_{ck} \leq 280)$ $Pb = .85kl(\sigma_{ck}/\sigma_y)6120/(6120 + \sigma_y) = .02949$ 2) 계산 철근량 (단원근 설계) 유효깊이 $D = 19.000 \text{ cm}$ 압축측 연단에서 압축철근 중심까지의 거리 $Dc = 4.000 \text{ cm}$ $As = [1.7\phi \sigma_{ck}\sigma_y BD - \sqrt{ (1.7\phi \sigma_{ck}\sigma_y BD)^2 - 4(1.7\phi \sigma_y^2 \sigma_{ck} Mu) }] / [2\phi \sigma_y]$ $= 19.02 \text{ cm}^2$ $A = As \sigma_y / (0.85 \sigma_{ck} B) = 1.746 \text{ cm}$ 3) 사용 철근량 ① 인장 철근량 H16 @ 125 ($As = 15.89 \text{ cm}^2$) ② D 및 Dc $D = 19.000 \text{ cm}$ $Dc = 4.000 \text{ cm}$ 4) 철근량 규정 (단원근비) ① 최소 철근량 $Pmin1 = 14/\sigma_y = .00350$ $Asmin1 = Pmin1BD = 6.65 \text{ cm}^2$ $Asmin2 = As4/3 = 13.35 \text{ cm}^2$ $\therefore Asmin = 6.65 \text{ cm}^2$ ② 최대 철근량 $Pmax = 0.75Pb = .02212$ $\therefore Asmax = PmaxBD = 42.03 \text{ cm}^2$ ③ 철근량 규정 $Asmin = 6.65 \text{ cm}^2 < As = 15.89 \text{ cm}^2 < Asmax = 42.03 \text{ cm}^2$ O.K. ! 5) 설계 모멘트 $A = As \sigma_y / (0.85 \sigma_{ck} B) = 2.769 \text{ cm}$ $Mn = As \sigma_y (D - A/2) = 11.195 \text{ t.m}$ $\therefore Md = \phi Mn = 9.516 \text{ t.m} > Mu = 6.173 \text{ t.m}$ O.K. !	I-283 2012 4. 배력 철근의 산정 $120 / \sqrt{L} = 120 / \sqrt{1.75} = 90.71 \% > 67 \%$ $\therefore 67.00 \% \text{ 적용}$ · 주철근 $As = 15.888 \text{ cm}^2$ (H16 C.T.C 125) ▶ H16의 단면적 = 1,986 cm^2 · 비력철근 $As = 15.888 \times 0.670 = 10.645 \text{ cm}^2$ USE , H16 C.T.C 150 ▶ H16의 단면적 = 1,986 cm^2 = 13.240 cm^2 $\therefore$ 6000!! I-285 2014
2013	2014

3) 구조검토 결과 요약_상부구조(거더)

I-312

10. P.C BEAM 설계

cf> 해변지역과 같이 심각한 무석에 노출된 상태 ;

1) 설계 조건

(1) 형식 : POST TENSIONING TYPE P.C BEAM 교
 (2) 교 장 : 60.00 m
 (3) 교 폭 : 17.25 m
 (4) 포 장 : ASPHALT 포장
 (5) 교량등급 : 1 등급 (DB 24 & DL 24)
 (6) PC방 길이 : 29.900 m
 (7) 지 간 장 : 29.100 m
 (8) 재 료

가) PC BEAM

(가) 콘 크 리 트

$$\sigma_{ck} = 350 \text{ kg/cm}^2$$

■ 허용응력

1> 크리프와 건조수축에 의한 손실이 일어나기 전

$$\text{- 허용된 압축응력} \quad (\sigma_{ci} = 0.850 \times \sigma_{ck} = 300.0)$$

$$\sigma_{cat}' = 0.55 \times \sigma_{ci} = 165.000 \text{ kg/cm}^2$$

- 허용된 인장응력

$$\text{- 부착된 철근이 없는 인장구역 :} \quad \sigma_{cat} = 14.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{cat} = 0.750 \times \sqrt{\sigma_{ci}} = 12.990 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore \sigma_{cat} = 12.990 \text{ kg/cm}^2$$

- 부착된 철근이 있는 인장구역 ;

$$\sigma_{cat} = 1.500 \times \sqrt{\sigma_{ci}} = 25.581 \text{ kg/cm}^2$$

2> 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 응력

- 허용된 압축응력

$$\sigma_{cam}' = 0.400 \times \sigma_{ck} = 140.000 \text{ kg/cm}^2$$

- 허용된 인장응력

- 미리 압축력을 가한 인장구역에서 부착된 철근을 갖는 부재 ;

$$\sigma_{cam} = 1.500 \times \sqrt{\sigma_{ck}} = 28.052 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{cam} = 0.750 \times \sqrt{\sigma_{ck}} = 14.031 \text{ kg/cm}^2$$

- 미리 압축력을 가한 인장구역에서 부착된 철근이 없는 부재 ;

$$\sigma_{cam} = 0.750 \times \sqrt{\sigma_{ci}} = 12.990 \text{ kg/cm}^2$$

3> 허용 균열응력 ;

$$\sigma_{cr} = 2.000 \times \sqrt{\sigma_{ck}} = 37.417 \text{ kg/cm}^2$$

4> 정착부의 허용 지압응력

- 사용하중상태 ;

$$\sigma_{cr} = 0.900 \times \sigma_{ci} = 270.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{cr} = 210.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore \sigma_{cr} = 210.000 \text{ kg/cm}^2$$

(나) P.C STRAND (SWPC 7B 4-12 x 12.7mm)

$$A = 0.9871 \text{ cm}^2 / \text{EA} \times 12.0 = 11.845 \text{ cm}^2$$

$$4 \text{ CABLE : } 4 \times 11.845 = 47.381 \text{ cm}^2$$

$$1> \text{인 장 강 도 :} \quad \sigma_{pu} = 19,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$2> \text{항 복 강 도 :} \quad \sigma_{py} = 16,000 \text{ kg/cm}^2$$

3> 허용 인 장 응 력

- 초기 인장응력 ;

$$\sigma_{pi} = 0.900 \times \sigma_{py} = 14,400 \text{ kg/cm}^2$$

- 정착 후 정착부에서의 허용응력 ;

$$\sigma_{py}' = 0.700 \times \sigma_{pu} = 13,300 \text{ kg/cm}^2$$

- 정착 후 활용에 의한 손실구역 끝부분에서의 허용응력 ;

$$\sigma_{py}' = 0.830 \times \sigma_{py} = 13,280 \text{ kg/cm}^2$$

(다) 철 근

$$\sigma_y = 3,000 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{SD 30})$$

I-313

2041

2042

5. 응력검토

5-1. 내 측 보 (단위:kg/cm²)

(Xm : 지지점(SHOE)에서 떨어진 거리)

DISTANCE (X:m)	JUST AFTER PRESTRESS			AT SERVICE LOAD		
	PRESTRESS	BEAM	TOTAL	PRESTRESS	LOAD	TOTAL
1.819	T 26.63 B 53.33	.00 .00	26.63 53.33	22.05 44.17	.00 .00	22.05 44.17
3.638	T 34.40 B 122.17	12.59 -11.73	46.98 110.44	28.49 101.19	31.81 -37.27	60.30 63.92
5.456	T 8.46 B 146.99	26.54 -24.90	35.00 122.09	7.01 121.74	62.75 -72.37	69.76 49.38
7.275	T -13.77 B 168.51	36.53 -34.46	22.76 134.05	-11.40 139.57	86.97 -99.93	75.57 39.63
9.094	T -32.23 B 186.54	44.79 -42.44	12.56 144.11	-26.69 154.50	106.26 -121.76	79.57 32.75
10.913	T -46.80 B 200.88	51.29 -48.77	4.49 152.11	-38.76 166.38	121.59 -138.76	82.83 27.61
12.731	T -57.33 B 211.30	55.98 -53.36	-1.35 157.95	-47.48 175.01	132.20 -150.62	84.72 24.39
14.550	T -63.71 B 217.64	58.82 -56.14	-4.89 161.49	-52.77 180.25	138.51 -157.59	85.75 22.66

<< 기 호 >>

T : P. C. BEAM 의 상면 응력
B : P. C. BEAM 의 하면 응력

⇒ 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 응력 (도.시 P752)

$$\text{- 압축응력 : } 85.75 \text{ kg/cm}^2 < 0.4 \times \sigma_{ck} = 140.0 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{O.K}$$

5-2. 외 측 보 (단위:kg/cm²)

(Xm : 지지점(SHOE)에서 떨어진 거리)

DISTANCE (X:m)	JUST AFTER PRESTRESS			AT SERVICE LOAD		
	PRESTRESS	BEAM	TOTAL	PRESTRESS	LOAD	TOTAL
1.819	T 26.63 B 53.33	.00 .00	26.63 53.33	22.44 44.95	.00 .00	22.44 44.95
3.638	T 34.40 B 122.17	12.59 -11.73	46.98 110.44	28.99 102.96	39.74 -43.71	68.73 59.25
5.456	T 8.46 B 146.99	26.54 -24.90	35.00 122.09	7.13 123.88	77.30 -84.06	84.43 39.81
7.275	T -13.77 B 168.51	36.53 -34.46	22.76 134.05	-11.60 142.01	107.02 -115.93	95.42 26.09
9.094	T -32.23 B 186.54	44.79 -42.44	12.56 144.11	-27.16 157.21	130.95 -141.34	103.78 15.87
10.913	T -46.80 B 200.88	51.29 -48.77	4.49 152.11	-39.44 169.29	149.59 -160.87	110.15 8.42
12.731	T -57.33 B 211.30	55.98 -53.36	-1.35 157.95	-48.32 178.08	162.71 -174.63	114.40 3.45
14.550	T -63.71 B 217.64	58.82 -56.14	-4.89 161.49	-53.69 183.41	170.52 -182.73	116.82 .68

<< 기 호 >>

T : P. C. BEAM 의 상면 응력
B : P. C. BEAM 의 하면 응력

⇒ 모든 손실이 일어난 후 사용하중 상태에서의 응력 (도.시 P752)

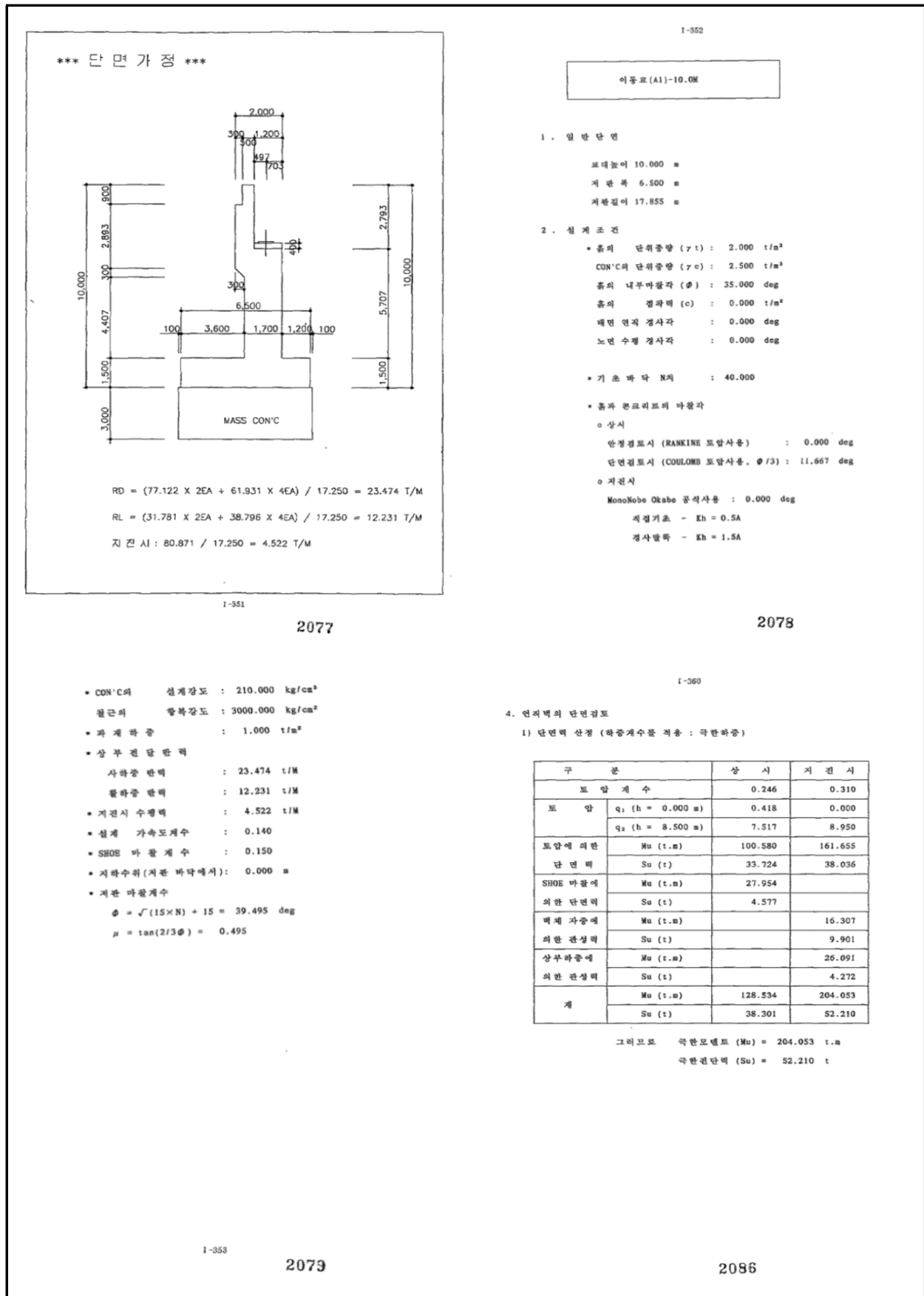
$$\text{- 압축응력 : } 116.82 \text{ kg/cm}^2 < 0.4 \times \sigma_{ck} = 140.0 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{O.K}$$

I-337

2066

2067

4) 구조검토 결과 요약_하부구조



2) 단면검토

극한 모멘트 (M_u) = 20405250.000 kg.cm
 극한 전단력 (S_u) = 52210.043 kg
 단위 폭 (B) = 100.0 cm
 유효 높이 (D) = 160.0 cm
 피복 두께 (D') = 10.0 cm

*** 소요철근량 계산 ***

극한모멘트 (M_u) = 20405250.000 kg.cm
 평형모멘트 (M_b) = $0.85 \times \sigma_{ck} \times A \times B \times (D-A/2) \times 0.85$
 = 158364848.000 kg.cm

여기서 $A = K \times X$ = 91.263

$$\sigma_{ck} < 280$$

$$K = 0.85$$

$$\sigma_{ck} > 280$$

$$K = 0.85 - (\sigma_{ck} - 280) \times 0.007/10$$

$$X = 6120 \times D / (6120 + \sigma_y) = 107.368 \text{ cm}$$

$$--- Mu < MB ---$$

$$\text{인장철근량 } (A_s) = M_u / (\sigma_y \times (D - A/2) \times 0.85) = 51.400 \text{ cm}^2$$

$$\text{여기서 } A = (0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D - \text{SQRT}((0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D)^2 - 2 \times \sigma_{ck} \times B \times M_u)) / (0.85 \times \sigma_{ck} \times B) = 8.639 \text{ cm}$$

$$\text{단면철근비 } (P) = A_s / (B \times D) = 0.003$$

$$\text{최대철근비 } (P_{max}) = 0.75 \times 0.85 \times \sigma_{ck} \times A / (\sigma_y \times D) = 0.025$$

$$\text{최소철근비 } (P_{min}) = 14 / \sigma_y = 0.005$$

I-362

--- P < P_{MIN} 인 경우 ---

$$\text{최소철근량 : (1) } 4/3 \times A_s = 68.534 \text{ cm}^2$$

$$(2) 14/SSY \times B \times D = 74.667 \text{ cm}^2$$

$$\text{최소철근량 } A_{smin} = 68.534 \text{ cm}^2$$

그리므로 $A_s = 68.534$ 이상 사용하여야 한다.

$$\text{그러므로 사용철근량 } A_s = D32 \quad \phi 10.0 = 79.40 \text{ cm}^2$$

$$\text{철근모멘트강도 } \phi M_n = 0.85 \times (A_s \times \sigma_y \times (D - A/2))$$

$$= 31044268.000 \text{ kg.cm}$$

*** 전단력 검토 ***

$$\text{극한전단력 } S_u = 52210.043 \text{ kg}$$

$$\text{콘크리트 전단설계강도 } \phi S_c = 86020.805 \text{ kg}$$

$$\phi S_c = 86020.805 \text{ kg} > S_u = 52210.043 \text{ kg}$$

그러므로 STIRRUP이 필요없다.

I-361

2087

2088

5. 기초 단면검토

1) 지반반력산정 (하중계수를 적용 : 극한하중)

구분	중부강 지골반	지하수 정수리	지하수 정수리	지하수 정수리	지하수 정수리	지하수 정수리	지하수 정수리
구분	CASE-1 지하수	CASE-2 지하수	CASE-3 지하수	CASE-4 지하수	CASE-5 지하수	CASE-6 지하수	CASE-7 지하수
기초폭	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500
표면길이	17.855	17.855	17.855	17.855	17.855	17.855	17.855
면적	147.511	147.511	147.511	147.511	147.511	147.511	147.511
수평력	50.675	55.252	55.252	55.252	55.252	55.252	55.252
면적당	0.969	1.951	0.957	2.057	0.957	0.957	2.057
지하수 정수리	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500
지하수 정수리	27.228	61.376	52.705	99.123	61.376	52.705	99.123
최소지하수 정수리	6.265	1.995	2.195	0.200	1.995	2.195	0.200

2) 기초의 단면력산정 (하중계수를 적용 : 극한하중)

구분	중부강 지골반	지하수 정수리	지하수 정수리	지하수 정수리	지하수 정수리	지하수 정수리	지하수 정수리
구분	CASE-1 지하수	CASE-2 지하수	CASE-3 지하수	CASE-4 지하수	CASE-5 지하수	CASE-6 지하수	CASE-7 지하수
발 FOOTING	Mu	25.222	41.658	35.770	63.772	41.658	35.770
면적 Su	16.302	16.302	22.931	22.931	22.931	22.931	22.931
면적 Mu	86.499	86.499	100.148	100.148	100.148	100.148	100.148
면적 Su	55.419	49.873	59.285	97.879	49.873	59.285	97.879

I-363

2089

I-364

3) 뒷단판(HBEL)의 단면검토

$$\text{극한 모멘트 } (M_u) = 17334758.000 \text{ kg.cm}$$

$$\text{극한 전단력 } (S_u) = 97038.648 \text{ kg}$$

$$\text{단위 폭 } (B) = 100.0 \text{ cm}$$

$$\text{유효 높이 } (D) = 140.0 \text{ cm}$$

$$\text{피복 두께 } (D') = 10.0 \text{ cm}$$

*** 소요철근량 계산 ***

$$\text{극한모멘트 } (M_u) = 17334758.000 \text{ kg.cm}$$

$$\text{평형모멘트 } (M_b) = 0.85 \times \sigma_{ck} \times A \times B \times (D - A/2) \times 0.85$$

$$= 121248080.000 \text{ kg.cm}$$

$$\text{여기서 } A = K \times X = 79.855$$

$$\sigma_{ck} < 280$$

$$K = 0.85$$

$$\sigma_{ck} > 280$$

$$K = 0.85 - (\sigma_{ck} - 280) \times 0.007/10$$

$$X = 6120 \times D / (6120 + \sigma_y) = 93.947 \text{ cm}$$

$$--- Mu < MB ---$$

$$\text{인장철근량 } (A_s) = M_u / (\sigma_y \times (D - A/2) \times 0.85) = 50.061 \text{ cm}^2$$

$$\text{여기서 } A = (0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D - \text{SQRT}((0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D)^2 - 2 \times \sigma_{ck} \times B \times M_u)) / (0.85 \times \sigma_{ck} \times B) = 8.414 \text{ cm}$$

$$-2 \times \sigma_{ck} \times B \times M_u) / (0.85 \times \sigma_{ck} \times B) = 8.414 \text{ cm}$$

$$\text{단면철근비 } (P) = A_s / (B \times D) = 0.004$$

$$\text{최대철근비 } (P_{max}) = 0.75 \times 0.85 \times \sigma_{ck} \times A / (\sigma_y \times D) = 0.025$$

$$\text{최소철근비 } (P_{min}) = 14 / \sigma_y = 0.005$$

2090

--- P < PMIN 인 경우 ---

$$\text{최소철근량 : (1) } 4/3 \times A_s = 66.748 \text{ cm}^2$$

$$(2) 14/SSY \times B \times D = 65.333 \text{ cm}^2$$

$$\text{최소철근량 } A_{smin} = 65.333 \text{ cm}^2$$

그러므로 $A_s = 65.333$ 이상 사용하여야 한다.

$$\text{그러므로 사용철근량 } A_s = D32 \quad \Phi 10.0 = 79.40 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{설계모멘트장도 } \phi M_n &= 0.85 \times (A_s \times \sigma_y \times (D-A/2)) \\ &= 26994856.000 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

*** 전단력 검토 ***

$$\text{극한전단력 } S_u = 97038.648 \text{ kg}$$

$$\text{콘크리트 전단설계장도 } \phi S_c = 75268.203 \text{ kg}$$

---- 소요 STIRRUP ----

$$\phi S_c = 0.7 \times 0.53 \times \text{SQRT}(\sigma_{ck}) \times B \times D = 75268.203 \text{ kg}$$

$$S_s = (S_u - \phi S_c) / 0.7 = 31100.637 \text{ kg}$$

$$S_{sm} = 2.1 \times \text{SQRT}(\sigma_{ck}) \times B \times D = 426046.469 \text{ kg}$$

$$A_v = (S_u - \phi S_c) \times 50.0 / (0.7 \times \sigma_y \times D) = 3.702 \text{ cm}^2$$

$$A_{vmin} = 3.5 \times B \times 50.0 / \sigma_y = 5.833 \text{ cm}^2$$

그러므로 $A_v = 5.833 \text{ cm}^2$ 이상 배근하여야 한다.

그러므로 사용 $A_v = 2 \times 3.871 = 7.742 \text{ cm}^2$ (D22 $\Phi 50.0$, U형 STIRRUP)

I-365

2091

--- P < PMIN 인 경우 ---

$$\text{최소철근량 : (1) } 4/3 \times A_s = 24.080 \text{ cm}^2$$

$$(2) 14/SSY \times B \times D = 65.333 \text{ cm}^2$$

$$\text{최소철근량 } A_{smin} = 24.080 \text{ cm}^2$$

그러므로 $A_s = 24.080$ 이상 사용하여야 한다.

$$\text{그러므로 사용철근량 } A_s = D25 \quad \Phi 10.0 = 50.70 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{설계모멘트장도 } \phi M_n &= 0.85 \times (A_s \times \sigma_y \times (D-A/2)) \\ &= 17549082.000 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

*** 전단력 검토 ***

$$\text{극한전단력 } S_u = 26726.463 \text{ kg}$$

$$\text{콘크리트 전단설계장도 } \phi S_c = 75268.203 \text{ kg}$$

$$\phi S_c = 75268.203 \text{ kg} > S_u = 26726.463 \text{ kg}$$

그러므로 STIRRUP이 필요없다.

I-367

2093

I-366

4) 앞굽판(TOE)의 단면검토

$$\text{극한 모멘트 (Mu)} = 6377477.500 \text{ kg.cm}$$

$$\text{극한 전단력 (Su)} = 26726.463 \text{ kg}$$

$$\text{단위 폭 (B)} = 100.0 \text{ cm}$$

$$\text{유효 높이 (D)} = 140.0 \text{ cm}$$

$$\text{머 폭 두께 (D')} = 10.0 \text{ cm}$$

*** 소요철근량 계산 ***

$$\text{극한모멘트 (Mu)} = 6377477.500 \text{ kg.cm}$$

$$\text{평형모멘트 (Mb)} = 0.85 \times \sigma_{ck} \times A \times B \times (D-A/2) \times 0.85$$

$$= 121248080.000 \text{ kg.cm}$$

$$\text{여기서 } A = K \times X = 79.855$$

$$\sigma_{ck} < 280$$

$$K = 0.85$$

$$\sigma_{ck} > 280$$

$$K = 0.85 - (\sigma_{ck} - 280) \times 0.007/10$$

$$X = 6120 \times D / (6120 + \sigma_y) = 93.947 \text{ cm}$$

--- Mu < Mb ---

$$\text{인장철근량 (As)} = Mu / (\sigma_y \times (D-AC/2) \times 0.85) = 18.060 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{여기서 } A &= (0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D - \text{SQRT}((0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D)^2 \\ &\quad - 2 \times \sigma_{ck} \times B \times Mu)) / (0.85 \times \sigma_{ck} \times B) = 3.035 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{단면철근비 (P)} = A_s / (B \times D) = 0.001$$

$$\text{최대철근비 (Pmax)} = 0.75 \times 0.85 \times \sigma_{ck} \times A / (\sigma_y \times D) = 0.025$$

$$\text{최소철근비 (Pmin)} = 14 / \sigma_y = 0.005$$

I-368

2092

6. 종 벽 설계

1) 단면 설계

1-1) 단면력 계산 (극한하중)

a) 종벽단면의 단면력 (상시)

*자 중 하중

$$\text{모멘트} = 14.727 \text{ t.m}$$

$$\text{전단력} = 6.053 \text{ t}$$

*토 압

$$\text{모멘트} = 2.970 \text{ t.m}$$

$$\text{전단력} = 3.191 \text{ t}$$

b) 종벽단면의 단면력 (지진시)

*종벽 자중에 의한 관성력

$$\text{모멘트} = 1.041 \text{ t.m}$$

$$\text{전단력} = 1.051 \text{ t}$$

*토 압

$$\text{모멘트} = 4.363 \text{ t.m}$$

$$\text{전단력} = 4.686 \text{ t}$$

I-370

1-2) 철근량 계산

극한 모멘트 (M_u) = 1769732.250 kg.cm극한 전단력 (S_u) = 9243.560 kg단위 폭 (B) = 100.0 cm유효 높이 (D) = 72.0 cm피복 두께 (D') = 8.0 cm

*** 소요철근량 계산 ***

극한모멘트 (M_u) = 1769732.250 kg.cm평형모멘트 (M_b) = $0.85 \times \sigma_{ck} \times A \times B \times (D-A/2) \times 0.85$

= 3206880.000 kg.cm

여기서 $A = K \times X$ = 41.068 $\sigma_{ck} < 280$ $K = 0.85$ $\sigma_{ck} > 280$ $K = 0.85 - (\sigma_{ck} - 280) \times 0.007/10$ $X = 6120 \times D / (6120 + \sigma_y)$ = 48.316 cm--- $M_u < M_b$ ---인장철근량 (A_s) = $M_u / (\sigma_y \times (D - A/2) \times 0.85)$ = 9.750 cm²여기서 $A = (0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D - \sqrt{(0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D)^2$ $- 2 \times \sigma_{ck} \times B \times M_u}) / (0.85 \times \sigma_{ck} \times B)$ = 1.639 cm단면철근비 (P) = $A_s / (B \times D)$ = 0.001최대철근비 (P_{max}) = $0.75 \times 0.85 \times \sigma_{ck} / A / (\sigma_y \times D)$ = 0.025최소철근비 (P_{min}) = $14 / \sigma_y$ = 0.005--- $P < P_{MIN}$ 인 경우 ---최소철근량 : (1) $4/3 \times A_s$ = 13.000 cm²(2) $14/SSY \times B \times D$ = 33.600 cm²최소철근량 A_{smin} = 13.000 cm²그러므로 A_s = 13.000 이상 사용하여야 한다.그러므로 사용철근량 A_s = D22 @ 20.0 = 19.350 cm²설계모멘트강도 $\phi M_n = 0.85 \times (A_s \times \sigma_y \times (D - A/2))$

= 3392193.000 kg.cm

*** 전단력 검토 ***

극한전단력 S_u = 9243.560 kg콘크리트 전단설계강도 ϕS_c = 38709.363 kg ϕS_c = 38709.363 kg > S_u = 9243.560 kg

그러므로 STIRRUP이 필요없다.

2096

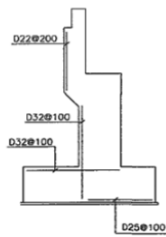
I-371

2097

I-388

*** 철근 조립도 ***

- 본 체 -



- 날개 벽 -



2114

나. 구조계산서 및 내진설계

1. 설계 조건 (이동교 <50M>)

1) 교량 형식 : PC BEAM 교

2) 연 장 : 60.0 m (계산 연장)

지간 수	지간장(m)
2.0	30.0
0.0	0.0

3) 교 폭 : 17.250 m

4) 교량 등급 : 1등급 (DB - 24 & DL - 24)

5) 내진 등급 : 내진 1 등급 교 (A = 0.140)

6) 하부 형식

- 교대 : 역 T 형 교대
- 교각 : 파이형 교각

7) 지반 종류

지반종류 : 2 (S = 1.200)

8) 기초 형식

- 교대 : 직 접 기초
- 교각 : 직 접 기초

9) SHOE의 제형

- 교대 : 330 x 450 x 14.4 , 135 t x 8 EA
- Kv = 60,000 t/m (계당)
- Kh = 151 t/m (계당)
- SHOE 종류 : RUBBER SHOE
- 교각 : 330 x 450 x 14.4 , 135 t x 8 EA
- Kv = 60,000 t/m (계당)
- Kh = 151 t/m (계당)
- SHOE 종류 : RUBBER SHOE

10) 해석 방법 : 단일로드 스프링 모델

2. 단면

1-500

ASD = 0.690 m T = 0.290 m BE = 2.000 m

B1 = 0.925 m
B2 = 0.925 m
H = 7.0 m
W = 2.300 m
B3 = 15.400 m
S = 17.250 m

B = 2.600 m L1 = 17.040 m H = 12.300 m
B1 = 7.600 m L2 = 2.400 m H1 = 6.800 m
B2 = 2.500 m L3 = 15.640 m H2 = 1.500 m
B3 = 2.600 m L4 = 2.200 m H3 = 1.500 m
L7 = 0.000 m L5 = 2.600 m H4 = 2.500 m
L8 = 7.040 m L6 = 0.000 m

2221

I-199

■ 교차면의 설계

1) 교차면의 최소 받침길이

(1) 교차방향의 받침연단 거리 검토

① 교대부 (L = 30,000 mm)

$S_{min} = 20 + 0.5 L = 35,000 \text{ cm} \leq 42,500 \text{ cm} \quad \therefore \text{OK} !!$

② 교각부 (L = 30,000 mm)

$S_{min} = 20 + 0.5 L = 35,000 \text{ cm} \leq 51,000 \text{ cm} \quad \therefore \text{OK} !!$

(2) 지진시 최소 받침길이 검토

① 교대부

L = 60,000 mm
H = 10,900 mm
L = 인접 신축이음부까지 또는 교량단부까지의 거리(mm)
H = 기둥 또는 교각의 평균높이(mm)

$N_{min} = 200 + 0.0017 L + 0.0067 H = 375 \text{ mm} \leq 1,150 \text{ mm} \quad \therefore \text{OK} !!$

I-327

2243

2222

I-628

② 교각부

L1 = 30,000 mm
L2 = 30,000 mm
H = 12,300 mm
L = 인접 신축이음부까지 또는 교량단부까지의 거리(mm)
H = 기둥 또는 교각의 평균높이(mm)

$N_{1min} = 200 + 0.0017 L1 + 0.0067 H = 333 \text{ mm}$
 $N_{2min} = 200 + 0.0017 L2 + 0.0067 H = 333 \text{ mm}$
 $\therefore (N_{1min} + N_{2min}) = 666 \text{ mm} \leq (N1 + N2) = 2,600 \text{ mm} \quad \therefore \text{OK} !!$

2) 교차면의 하면 보강 설계

(1) 교대부 ($\sigma_{sa} = 1,800 \text{ kg/cm}^2$)

P = 108,893 ton
b1x = 55,000 cm
b1y = 55,000 cm
b2x = 70,000 cm
b2y = 95,000 cm

Hax = 19,717 ton
Hxy = 16,875 ton
Hx = 온도하중에 의한 SHOE이음력
Hxy = 풍하중에 의한 수평력

2250

$j = 40,000 \text{ cm}$ SOLE PLATE = 7,600 cm
 SHOE높이 = 14,400 cm SHOE MORTAR높이 = 5,000 cm
 $c = j - \text{SOLE PLATE} - \text{SHOE높이} - \text{SHOE MORTAR높이} = 13,000 \text{ cm}$
 $d = c + 10 = 23,000 \text{ cm}$
 $f = b1x + 2d = 101,000 \text{ cm}$
 $e = b1y + 2d = 101,000 \text{ cm}$
 $b1x = 2 \times b2x = 140,000 \leq 5 \times b1x = 275,000 \text{ cm} \quad \therefore 6000 !!$
 $b1y = 2 \times b2y = 190,000 \leq 5 \times b1y = 275,000 \text{ cm} \quad \therefore 6000 !!$

① 연직하중에 대한 수평 철근량 계산

$A_{sn} = 1/4 \times (1 - b1 / bc) \times P / \sigma_{sa}$
 여기서,
 σ_{sa} : 온도에 대한 활중계수 (1.150)
 풍하중에 대한 활중계수 (1.250)

- 교 축 방 향 $A_{sx} = 1/4 \times (1 - b1x / bcx) \times P / \sigma_{sa} = 11.0189 \text{ uf}$
 - 교 축 직 각 방 향 $A_{sy} = 1/4 \times (1 - b1y / bcy) \times P / \sigma_{sa} = 12.8552 \text{ uf}$

② 수평하중에 의한 수평방향 철근량 계산

$A_s = H_s / \sigma_{sa}$
 - 교 축 방 향 $A_{sx} = H_{sx} / (\sigma_{sa} \times 1.15) = 11.4301 \text{ uf}$
 - 교 축 직 각 방 향 $A_{sy} = H_{sy} / (\sigma_{sa} \times 1.25) = 9.0000 \text{ uf}$

I-529 2251

$P = 111.887 \text{ ton}$ $H_{sx} = 39.436 \text{ ton}$
 $b1x = 55,000 \text{ cm}$ $H_{sy} = 33.750 \text{ ton}$
 $b1y = 55,000 \text{ cm}$ H_{sx} : 온도하중에 의한 SHOE마찰력
 $b2x = 85,000 \text{ cm}$ H_{sy} : 풍하중에 의한 수평력
 $b2y = 80,000 \text{ cm}$
 $j = 40,000 \text{ cm}$ SOLE PLATE = 7,600 cm
 SHOE높이 = 14,400 cm SHOE MORTAR높이 = 5,000 cm
 $c = j - \text{SOLE PLATE} - \text{SHOE높이} - \text{SHOE MORTAR높이} = 13,000 \text{ cm}$
 $d = c + 10 = 23,000 \text{ cm}$
 $f = b1x + 2d = 101,000 \text{ cm}$
 $e = b1y + 2d = 101,000 \text{ cm}$
 $b1x = 2 \times b2x = 170,000 \leq 5 \times b1x = 275,000 \text{ cm} \quad \therefore 6000 !!$
 $b1y = 2 \times b2y = 160,000 \leq 5 \times b1y = 275,000 \text{ cm} \quad \therefore 6000 !!$

① 연직하중에 대한 수평 철근량 계산

$A_{sn} = 1/4 \times (1 - b1 / bc) \times P / \sigma_{sa}$
 여기서,
 σ_{sa} : 온도에 대한 활중계수 (1.150)
 풍하중에 대한 활중계수 (1.250)

- 교 축 방 향 $A_{sx} = 1/4 \times (1 - b1x / bcx) \times P / \sigma_{sa} = 12.6147 \text{ uf}$
 - 교 축 직 각 방 향 $A_{sy} = 1/4 \times (1 - b1y / bcy) \times P / \sigma_{sa} = 12.2376 \text{ uf}$

② 수평하중에 의한 수평방향 철근량 계산

$A_s = H_s / \sigma_{sa}$

I-531 2253

I-530

③ 사용 철근량

- 교 축 방 향 (계산 철근량)
 $A_{sx} = 22.4490 \text{ uf}$

- 교 축 직 각 방 향 (계산 철근량)
 $A_{sy} = 21.895 \text{ uf}$

• 교 차 장 치 하 면 사 용 철 근 량

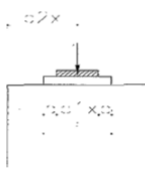
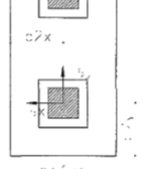
구 분	지름	단면적 (cm ²)	수 량 (EA)	단 수	철근량 (cm ³)	보강 범위 (cm)	비 고
교 축 방 향	D16	1.986	16	2	63,552	130.0	6000 !!
교 축 직 각 방 향	D16	1.986	14	2	55,608	150.0	6000 !!

■ 교차받침 보강철근
 : 교차 받침 콘크리트 보강철근은 교축 및 교축직각방향
 철근량 중 큰 값 사용
 $A_s = 11.4301 \text{ uf}$

• 교 차 받 침 사 용 철 근 량

구 분	지름	단면적 (cm ²)	수 량 (EA)	단 수	철근량 (cm ³)	비 고
교 차 받 침 보 강 철 근	D16	1.986	11	1	21,846	6000 !!

(2) 교 차 부 ($\sigma_{sa} = 1,500 \text{ kg/cm}^2$)

I-532 2252

③ 사용 철근량

- 교 축 방 향 (계산 철근량)
 $A_{sx} = H_{sx} / (\sigma_{sa} \times 1.15) = 22.8614 \text{ uf}$

- 교 축 직 각 방 향 (계산 철근량)
 $A_{sy} = H_{sy} / (\sigma_{sa} \times 1.25) = 18.0000 \text{ uf}$

• 교 차 장 치 하 면 사 용 철 근 량

구 분	지름	단면적 (cm ²)	수 량 (EA)	단 수	철근량 (cm ³)	보강 범위 (cm)	비 고
교 축 방 향	D16	1.986	15	2	59,580	140.0	6000 !!
교 축 직 각 방 향	D16	1.986	15	2	59,580	140.0	6000 !!

■ 교차받침 보강철근
 : 교차 받침 콘크리트 보강철근은 교축 및 교축직각방향
 철근량 중 큰 값 사용
 $A_s = 22.8614 \text{ uf}$

• 교 차 받 침 사 용 철 근 량

구 분	지름	단면적 (cm ²)	수 량 (EA)	단 수	철근량 (cm ³)	비 고
교 차 받 침 보 강 철 근	D16	1.986	12	1	23,832	6000 !!

I-533 2254

다. 토질조사보고서

얕은 상태에서 조사지역의 시추공 NO.CH-45를 제외한 전역에서 지표로부터 8.3~22.0m내외의 심도에서 확인되었다.

또한, 굴진작업시 코어회수율(TCR : Total Core Recovery)이 21~100%, 암질 표시율(RQD : Rock Quality Designation)이 0~83%이며 색상은 회색, 흑회색, 흑갈색, 황갈색, 흑색, 회색, 황회색 및 갈색을 나타내고 있다.

4.2.2 교량구간(BH-1~BH-69)

각 교량의 교대 및 교각설치예정지점에 대해 총 69공의 시추조사를 실시하여 각 지점에서의 지층분포상태를 파악하였다.

시추조사 내용은 <표4-2>로 요약하였고 각 교량별 지반상태를 설명하면 다음과 같다.

1) 장서육교 ~ 이동교 (BH-1 ~ BH-5)

가. 표토층 (Top soil)

본 지층은 조사지역의 최상부에 위치하고 있는 지층으로서 조사지역의 시추공 NO.BH-3,5의 지역에서 0.3m내외의 두께로 분포되어 있다.

지층의 구성성분은 모래섞인 점토로 구성되어 있으며 지층의 연경도는 연약한 상태이고 색상은 갈색을 나타내고 있다.

나. 퇴적토층 (Alluvial deposit)

본 층은 과거 하천 및 유수의 운반, 퇴적작용에 의하여 상당히 오랜기간 침적되어 형성된 지층으로서 조사지역의 시추공 전역에서 1.8~3.4m내외의 두께로 분포되어 있다.

지층의 구성성분은 실트 및 모래섞인 자갈로 구성되어 있고 시추작업시 표준관입시험에 의한 N치는 21회/30cm~50회/3cm 정도로서 지층의 상태밀도는 중간정도 조밀 내지 매우 조밀한 상태이다. 통일분류법에 의한 흙의 분류는 GM으로 분류되며 색상은 갈색 및 황갈색을 나타내고 있다.

다. 풍화암층 (Highly weathered rock)

본 지층은 모암인 변성퇴적암(석회질 운모편암)이 풍화작용을 받아 형성된 지층으로서 모암의 기본조직과 형태를 그대로 보존하고 있으나 역학적 성질은 거의 상실한 상태로서 외력에 의하여 실트섞인 모래 및 암편으로 분해되고, 조사지역의 시추공 NO.BH-1,2,5의 지역에서 퇴적토층 하부 즉, 지표로부터 1.8~

2.8m내외의 심도에서 확인되며 갈색, 황갈색 및 청갈색을 나타내고 있다.

라. 연암층 (Partly weathered rock)

본 지층은 모암인 변성퇴적암(석회질 운모편암)이 부분적으로 풍화되어 형성된 지층으로서 조사지역의 시추공 전역에서 풍화암층 하부 즉, 지표로부터 2.4~5.2m내외의 심도에서 확인되었다. 또한, 굴진작업시 결리 및 균열이 발달하여 코어회수율(TCR : Total Core Recovery)이 15~46%, 암질표시율(RQD : Rock Quality Designation)이 13~14% 정도로 지조한 상태이며 이들 지층은 상부의 풍화암층에 비하여 모암의 기본조직과 역학적 성질을 잃지 않은 상태이고 색상은 회색 및 흑회색을 나타내고 있다.

2) 표봉교 (BH-6 ~ BH-9)

가. 용적토층 (Colluvial deposit)

본 지층은 사면의 활동, 붕괴 또는 기타요인에 의하여 경사면의 상부로부터 하부로 흩어 이동되어 형성된 지층으로서 조사지역의 시추공NO.BH-6의 지역에서 3.2m내외의 두께로 분포되어 있다.

지층의 구성성분은 실트섞인 모래로 구성되어 있으며 시추조사시 표준관입시험에 의한 N치는 6회/30cm~9회/30cm정도로 지층의 상태밀도는 느슨한 상태이고 색상은 갈색을 나타내고 있다.

나. 퇴적토층 (Alluvial deposit)

본 층은 과거 하천 및 유수의 운반, 퇴적작용에 의하여 상당히 오랜기간 침적되어 형성된 지층으로서 조사지역의 시추공 전역에서 1.3~9.2m내외의 두께로 분포되어 있다.

지층의 구성성분은 실트 및 모래섞인 자갈, 모래섞인 점토층으로 구성되어 있고 시추작업시 표준관입시험에 의한 N치는 7회/30cm~50회/6cm 정도로서 지층의 상태밀도는 중간정도 조밀 내지 매우 조밀한 상태이고 지층의 연경도는 중간정도 단단한 상태이다.

통일분류법에 의한 흙의 분류는 GM 및 CL로 분류되며 색상은 갈색, 회갈색 및 담회색을 나타내고 있다.

1295

- 17 -

<표 4-2> 교량지역 시추조사

교량명	공 번	지 층 두께 (m)							SPT (회)	
		층적층		풍화대		연 암	결 알	계		
		점토	모래	자갈	풍화토					풍화암
장서육교	BB-1			2.8		1.2	1.0		5.0	2
	BB-2			1.8		2.1	1.1		5.0	2
	BB-3	0.3		3.4				1.3	5.0	2
이동교	BB-4			2.4				2.6	5.0	1
	BB-5	0.3		2.5		2.4	1.6		6.8	3
	BB-6		3.2	1.3	3.3	2.9	2.3		13.0	7
묘봉교	BB-7	2.8		6.4		1.5	1.3		12.0	7
	BB-8			1.8		4.4	2.8		9.0	4
	BB-9			2.3		1.9	4.8		9.0	2
묘봉육교	BB-10			0.7	4.1	3.9	2.3		11.0	5
	BB-11	2.1		0.6	2.3	1.8	4.7		11.5	4
	BB-12				1.5	1.0	2.5	1.0		6.0
요덕교	BB-13		1.0		1.5	2.5	1.0		6.0	3
	BB-14		0.5		1.0	1.8	1.2		4.5	2
	BB-15		2.0			0.4	1.6	1.0		5.0
송전1교	BB-16	1.4	1.5	1.1			1.0		5.0	2
	BB-17	0.4	1.6	1.0			1.0		4.0	1
송전육교	BB-18	0.4		3.5			2.4	0.6	6.9	2
	BB-19	0.4	1.5	1.9			2.0	1.1	6.9	2
비룡1교	BB-20	0.8	1.1	3.0			2.2		7.1	3
비룡2교	BB-21	0.4	1.5	1.6			1.6	1.0	6.1	2
	BB-22	0.5	2.2	2.4			1.3	1.0	7.4	3
	BB-23	0.4	2.6	1.4			0.6	1.4	6.4	2
시미육교	BB-24	0.9	2.5	2.3			0.4	1.1	7.2	3
	BB-25	0.4	3.8				0.9	1.0	6.1	2
	BB-26	0.9	3.0	1.8			1.0	0.9	7.6	3
원덕성교	BB-27	0.4	3.0	1.7			1.0		6.1	3
	BB-28	3.6	0.6	5.4			1.1		10.7	6
덕성1교	BB-29	2.8	0.7	4.6			1.1		9.2	5
	BB-30	1.3	0.4	6.4			1.0		9.1	5
	소 계	20.5	32.7	65.6	13.6	30.5	48.6	8.1	219.6	93

1313

- 35 -

1296

- 18 -

에 자갈층이 분포하므로 퇴적층하부의 풍화암을 지지지반으로 하는 PILE기초를 채택하는 것이 타당할 것으로 판단되며 이외의 교각 및 용인방면의 교대(A-2)는 퇴적층의 분포가 미약하여 기반암이 얕은 심도에서 출현하므로 풍화암 및 연암을 지지지반으로 하는 직접기초를 채택하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

② 이동교(BH-3 ~ BH-5)

본 교량은 2개의 교대와 3개의 교각으로 구성되어 있으며 경간은 30m이다.

본 지역은 상부로부터 실트질 점토, 사력, 연암 순으로 분포하며 최상부층의 실트질 점토는 갈색을 띠며 습윤경도의 함수상태로 0.3m의 박층으로 분포한다. 2.4~3.4m의 두께를 보이는 사력층은 세립-조립질 모래와 $\phi 1 \sim 8$ mm의 자갈로 구성되어 상태밀도는 보통조밀~매우조밀로 나타났다. 또한 풍화대는 2.4m의 층후로 BH-5지역에서만 분포하며 시추심도가 깊어짐에 따라 균기상태가 증가하는 것으로 조사되었다. 따라서 기초형식은 중간에 자갈층이 2.4 ~ 3.4m로 분포하므로 자갈층하부의 풍화암 및 연암을 지지지반으로 하는 직접기초를 채택하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

③ 표봉교(BH-6 ~ BH-9)

본 교량은 상행선과 하행선으로 분리되어 있고, 각각 2개의 교대와 5개의 교각으로 구성되어 있으며 경간은 30m이다.

본 교량구간은 상부로부터 퇴적층(점토, 모래, 사력층), 풍화대, 연암의 순으로 분포한다. 점토와 모래층의 두께는 각각 3.2m와 2.8m로 나타나며 이들 하부의 사력층은 표준관입시험에 의한 N치가 16/30 ~ 50/6범위로 중간조밀 ~ 매우조밀한 상태밀도를 보인다.

풍화대는 GL -1.8 ~ -9.2m심도에서 출현하여 1.5 ~ 6.2m의 층후로 분포하며 풍화대하부인 연암은 GL -4.2 ~ -10.7m 심도에서 출현하는 것으로 확인된다.

따라서 기초형식은 중간에 사력층하부의 풍화암층이나 그 하부인 연암층을 지지지반으로 하는 pile기초나 직접기초를 채택하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

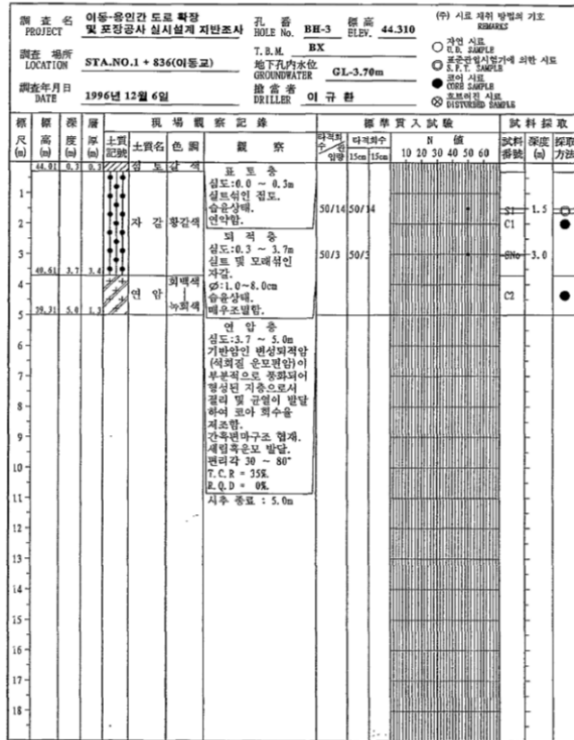
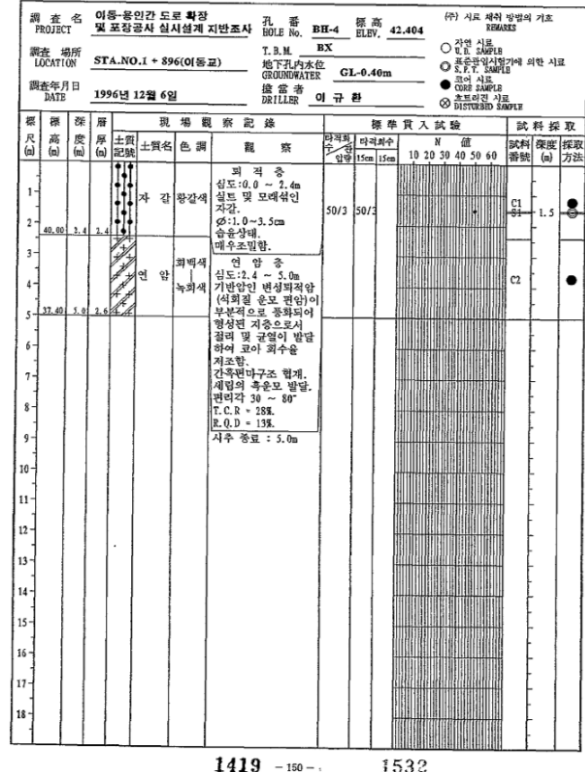
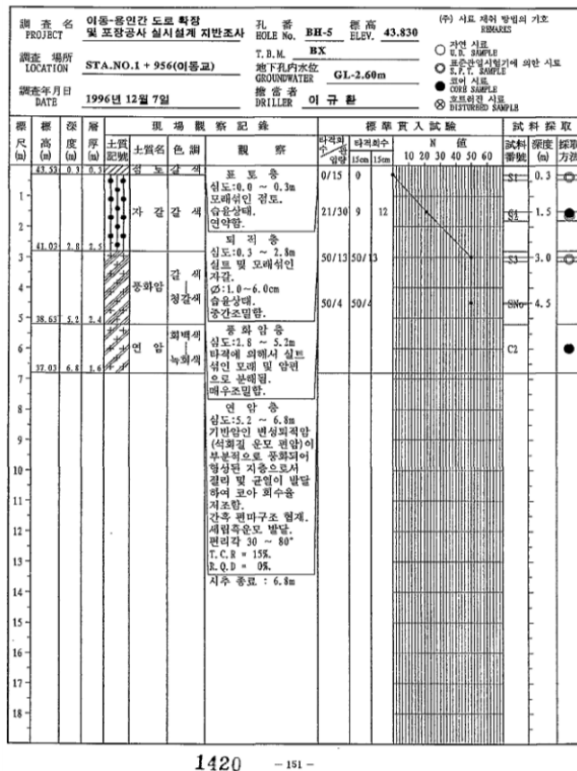
④ 표봉육교(BH-10 ~ BH-11)

본 교량은 2개의 교대로 구성되어 있으며 경간은 30m이다.

본 교량구간의 지층상태는 0.7~2.7m 두께의 점성토(점토, 실트)와 사력으로 구성된 퇴적층이 상부에 형성되며 그 하부로 풍화대 및 기반암이 분포한다. 표준관입시험에 의한 연경도 및 상태밀도는 지층에 따라 큰 차이를 보이지 않음도 지반

1382

- 105 -

地質柱狀圖
DRILL LOG地質柱狀圖
DRILL LOG地質柱狀圖
DRILL LOG

2.2.2 시설물 점검이력

대상 교량은 2중 시설물로서 2004년 12월 30일 준공 이후 정기적으로 안전점검이 시행되었으며, 그 결과에 의한 유지관리가 실시되고 있는 상태이다.

【표 2.2.1】 이동교(하) 점검이력사항

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
1	정기안전점검	2005.07.13 ~2005.07.13	수원국도유지건설사무소	양호	대체적으로 양호
2	정기안전점검	2005.10.31 ~2005.10.31	수원국도유지건설사무소	양호	대체적으로 양호
3	정밀안전점검	2006.03.21 ~2006.05.19	수원국도유지건설사무소	B등급	교면포장:주의관찰/배수시설:청소/바닥판하면:균열보수/신축이음:주입보수
4	정밀안전점검	2006.03.21 ~2006.05.19	케이에스엠기술(주)	B등급	교면포장면 마모, 바닥판 하면 균열, 신축이음 균열등
5	정기안전점검	2006.06.23 ~2006.06.23	수원국도유지건설사무소	양호	대체적으로 양호
6	정기안전점검	2006.11.22 ~2006.11.22	수원국도유지건설사무소	양호	
7	정기안전점검	2007.05.23 ~2007.06.07	수원국도유지건설사무소	양호	포장균열 및 재료분리
8	정기안전점검	2007.12.06 ~2007.12.06	수원국도유지건설사무소	양호	대체적으로 양호
9	정기안전점검	2008.06.05 ~2008.06.05	수원국도관리사무소	양호	정밀점검결과 후 보수부분 조치예정
10	정밀안전점검	2008.06.09 ~2008.08.08	엔이티엔지니어링(주)	B등급	교면포장 균열 및 파손, 주형 균열, 가로보균열, 배수구 막힘, 교대누수흔적, 교각 균열 설명판 망실 등의 손상이 조사
11	정기안전점검	2008.11.04 ~2008.11.04	수원국도관리사무소	양호	바닥판 하면, 주형, 가로보 균열발생
12	정기안전점검	2009.06.02 ~2009.06.02	수원국도관리사무소	양호	양호
13	정기안전점검	2009.11.15 ~2009.11.15	수원국도관리사무소	양호	교면포장 종방향균열 발생
14	정밀안전점검	2010.03.11 ~2010.06.08	(주)이지엔지니어링	B등급	이동교(하)는 PSC BEAM 형식의 교량으로 전반적으로 양호한 상태이며, 교면포장에 발생된 소성변형 및 균열 등의 손상은 슬래브 및 교면방수층 보호, 주행차량의 안전 등을 위하여 보수를 실시하여 구조물의 내구성 및 공용기간을 확보하는 것이 바람직하다.
15	정기안전점검	2010.06.14 ~2010.06.14	수원국도관리사무소	양호	전반적 상태양호

【표 2.2.1】이동교(하) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
16	정기안전점검	2010.06.14 ~2010.06.14	수원국도관리사무소	양호	전반적 상태양호
17	정기안전점검	2010.12.08 ~2010.12.08	수원국도관리사무소	양호	포장면균열, 교대콘크리트파손
18	정기안전점검	2011.06.21 ~2011.06.21	수원국도관리사무소	양호	포장면균열, 교대콘크리트파손
19	정기안전점검	2011.12.20 ~2011.12.20	수원국도관리사무소	양호	포장면균열, 교대콘크리트파손
20	정밀안전점검	2012.03.20 ~2012.06.17	(주)평화엔지니어링	B등급	본 시설물에 대한 외관조사, 콘크리트 비파괴조사를 통한 정밀점검 결과 시공중과 공용중에 발생되었을 것으로 추정되는 손상 및 결함이 조사되었으며 점검일 현재 안전에 문제될 만한 결함 발생은 없는 것으로 조사되었다. 따라서 결함이 발생된 부위에 대하여는 시설물의 안전성과 내구성에 미치는 영향을 종합적으로 판단하여 보수·보강 방법과 유지관리 방안을 제시하였다.
21	정기안전점검	2012.05.01 ~2012.06.30	자체수행	양호	교면포장(균열,마모,망상균열), 바닥판(균열), 교대교각(균열)
22	정기안전점검	2011.11.15 ~2012.12.15	자체수행	양호	양호
23	정기안전점검	2012.11.01 ~2012.12.31	자체수행	양호	교면포장(균열,마모,망상균열), 바닥판(균열)
24	정기안전점검	2013.05.01 ~2013.06.30	자체수행	양호	지속관찰
25	정기안전점검	2013.11.01 ~2013.12.31	자체수행	양호	지속관찰
26	정기안전점검	2014.01.01 ~2014.06.30	자체수행	양호	예산확보후 조치예정
27	정밀안전점검	2014.05.12 ~2014.08.09	대진컨설팅트주식회사	B등급	- 전반적으로 구조물의 안전성에 영향을 미치는 손상은 없는 양호한 상태 - 교면포장 아스콘 균열, 망상 균열 및 마모, 라벨링, 썰링 보수 부마모 및 파손 - 배수시설 배수구 막힘, 배수관 망실, 도수로 파손 - 난간 및 연석 방호벽 철근 노출, 중앙 분리대 파손, 철근 노출 - 신축이음 유간이 물질 퇴적, 후타재 균열(0.3mm 미만), 차수판 덮개 망실 - 바닥판 하면 균열(0.3mm 미만), 망상 균열, 누수 흔적, 물 끓기 흠미 제거 - 거더 및 가로보 균열(0.3mm 미만), 파손 - 교량 받침 도장 박리, 부식, 균열(0.3mm 미만, 이상), 파손 - 하부 구조 균열(0.3mm 미만), 누수 흔적, 화재 흔적
28	정기안전점검	2014.07.01 ~2014.12.31	자체수행	양호	예산확보후 조치예정

【표 2.2.1】이동교(하) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
29	정기안전점검	2015.04.01 ~2015.06.30	자체수행	양호	15년 하반기 예산확보후 조치예정, 지속관찰
30	정기안전점검	2015.10.01 ~2015.12.31	자체수행	양호	16년 조치예정, 지속관찰
31	정기안전점검	2016.04.01 ~2016.06.30	자체수행	양호	지속관찰
32	정밀안전점검	2016.06.13 ~2016.11.09	영동이엔지(주)	B등급	구조적으로 문제가 될 정도의 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 주요 손상으로는 A1, A2신축이음누수(노후화), 교면포장 일부구간 망상균열, 종방향 시공이음부 균열, 방호벽 콘크리트 단면보수재 망상균열, 중분대 연석부 박리, 박락, 교면 배수구 막힘, 바닥판 하면 미보수 건조수축균열, 상,하행 접속부 박리, 균열, 철근노출, 거더 복부 균열, 가로보 균열, 교량받침 콘크리트 및 몰탈 균열, 받침 Plate 표면부식, 도장박리, 하부구조 건조수축 균열, 기둥 하부 유수에 의한 경미한 표면침식 등의 손상이 조사되었다. 콘크리트비파괴시험(콘크리트강도,탄산화시험)결과 내구성의문제는없는것으로조사되었다.
33	정기안전점검	2016.10.01 ~2016.12.31	자체수행	양호	지속관찰
34	정기안전점검	2017.04.01 ~2017.06.30	자체수행	양호	지속관찰
35	정기안전점검	2017.10.01 ~2017.12.31	자체수행	양호	지속관찰
36	정기안전점검	2018.04.01 ~2018.06.30	자체수행	양호	지속관찰
37	정밀안전점검	2018.06.28 ~2018.09.18	다운이엔씨주식회사	B등급	· 교면포장:포장패임 · 난간및연석:표면들뜸,들뜸,박락,균열(0.3mm이상), 난간변형 · 바닥판하면:균열(0.3mm미만),누수흔적,망상균열,백태 · 거더및2차부재:인양홀주변파손,파손,망상균열,균열(0.3mm미만)등 · 교대및교각:굽힘,누수오염,망상균열,박리,백태,이물질퇴적,파손등 · 신축이음:유간토사퇴적,차수판덮개망실,후타재파손등 · 교량받침:받침플레이트부식,솔플레이트부식,받침플레이트도장박리등 · 배수시설:배수구막힘,배수관길이부족
38	정기안전점검	2018.10.01 ~2018.12.31	자체수행	양호	지속관찰

【표 2.2.1】 이동교(하) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
39	2종성능평가	2018.12.18 ~2019.06.28	경인엔지니어링(주)	B등급	- 교면포장: 포장폐임 - 방호시설: 표면들뜸, 들뜸, 박락, 균열(0.3mm이상), 난간변형 - 배수시설: 배수구막힘, 배수관길이부족 - 신축이음: 유간토사퇴적, 차수판덮개망실, 후타재파손 - 바닥판: 균열(0.3mm미만), 누수흔적, 망상균열, 백태 - 거더및2차부재: 인양홀주변파손, 파손, 망상균열, 균열(0.3mm미만) - 교량받침: 받침플레이트부식, 솔플레이트부식, 받침플레이트도장박리 - 교대및교각: 균열, 굽힘, 누수오염, 망상균열, 박리, 백태, 이물질퇴적, 파손
40	정기안전점검	2019.01.01 ~2019.06.30	자체수행	양호	지속관찰
41	정기안전점검	2019.07.01 ~2019.12.31	자체수행	양호	지속관찰
42	정밀안전점검	2020.03.23 ~2020.06.20	(주)인프라플러스	B등급	- 외관조사결과, 전반적으로 양호한 상태이나 일부 보수를 요하는 손상인 바닥판 하면의 망상균열, 미세백태, 가로보 폭 0.2mm 균열이 조사되었으며, 하부구조는 신축이음부를 통한 누수로 누수 흔적, 백태 등이 조사되어 내구성 저하 방지를 위한 적절 한 보수가 필요한 상태이다. 교량 받침의 신축 거동과 설치 상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었고, 신축이음은 현재 유간은 확보된 상태이므로 누수로 인한 2차 손상 유무에 대해 주기적으로 점검하여야 한다. 교면포장은 양호한 상태로 확인되었고, 배수 시설 집수구 막힘, 방호벽의 보수 부들 뜸 구간에 대한 보수를 실시하는 것이 바람직함. - 상태평가 결과 “B” 로 평가됨. - 발생된 손상을 보수하고 제시된 유지관리 내용에 따라 주기적인 점검을 실시하면 1등급으로서 사용성 및 안전성 면에서 문제가 없을 것으로 판단됨.
43	정기안전점검	2020.01.01 ~2020.06.30	자체수행	양호	지속관찰
44	정기안전점검	2020.07.01 ~2020.12.31	자체수행	양호	지속관찰
45	정기안전점검	2021.01.01 ~2021.06.30	자체수행	양호	지속관찰
46	정기안전점검	2021.07.01 ~2021.12.31	자체수행	양호	지속관찰
47	정기안전점검	2022.01.01 ~2022.06.30	자체수행	양호	지속관찰

【표 2.2.1】이동교(하) 점검이력사항(계속)

구분		점검기간	점검기관	상태등급	주요점검·진단내용
48	정밀안전점검	2022.04.19 ~2022.09.22	(주) 건우이앤씨	B등급	-바닥판:백태,파손 -거더:상태양호 -교대:균열(Cw=0.1~0.3mm),보수부재균열(Cw=0.3mm미만),백태,표면오염,누수흔적 -교각:균열(Cw=0.3mm미만) -교량받침:받침부식 -신축이음:본체변형,유간토사퇴적,후타재균열및파손,차수덮개볼트불량 -교면포장:포장균열,패임 -배수시설:배수구막힘,배수관길이부족 -방호벽및중앙분리대:균열(Cw=0.1~0.3mm),보수부들뜸,파손,누수흔적,가드레일변형
49	정기안전점검	2022.10.05 ~2022.12.09	자체수행	양호	신축이음 후타재 파손
50	정기안전점검	2023.04.11 ~2023.06.12	자체수행	양호	바닥판(균열), 신축이음(후타재 균열), 받침장치(부식), 배수관 길이 부족, 신축이음 후타재 파손
51	기타(부분점검·진단 등)	2023.03.30 ~2023.09.18	(주) 한국건설시스템안전기술		-이동교(하)내진성능평가는전구조체를모두모델링하여검토했으며,지진시부재력이가장크게발생되는교각및교대를대상으로하여평가를진행하였다. -상세평가시평가대상인기동부,기초부(교대,교각),받침부(교대,교각),지지길이(교대부,이음부)에대한내진성능보유여부를확인한결과,모든부재에서내진성능을만족하는것으로나타났다.
52	정기안전점검	2023.10.15 ~2023.11.30	자체수행	양호	· 교면포장:포장균열,포장패임 · 배수시설:배수구막힘 · 난간및연석:균열(0.3mm내외),보수부파손,들뜸,중앙분리대가드레일변형,누수흔적,긁힘 · 신축이음:본체변형,유간토사퇴적,후타재균열,파손,패임,차수덮개볼트불량 · 바닥판:백태,파손,박리 · 거더:파손및철근노출 · 2차부재:상태양호 · 교량받침:받침부식 · 하부구조:균열(0.3mm내외),보수부재균열,백태,누수흔적,표면오염,체수,폐콘크리트적치 · 공중이이용이이용하는부위:전반적상태양호

2.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2022년09월)

가. 외관조사결과

구분	정밀안전점검 결과	비고
바닥판하면	■ 외관조사결과 확인된 캔틸레버 하면의 백태, 파손은 중·횡방향 신축이음 하부 누수 등에 의한 표면 백태 손상으로써, 기 점검 이후 손상의 진전은 없는 상태로써 향후 지속적인 주의관찰을 통한 손상의 진행 여부 확인이 필요할 것으로 판단된다.	
거더	■ 거더 외관조사결과 2004년 준공 이후 특별한 결함 발생이 없는 양호한 상태를 유지하고 있으며, 향후 지속적인 점검을 통한 거더에 발생될 수 있는 주요 손상 등에 대한 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.	
가로보	■ 이물질퇴적(조류서식) - 정비를 통한 보수가 필요하며, 기 손상외에 전반적으로 양호한 것으로 확인되었다.	
교대	■ 교대에 조사된 균열은 균열의 형태, 방향성, 발생 위치 등을 종합적으로 고려할 때 시공초기 건조수축 및 수화열에 의한 온도응력 등에 기인한 비구조적 손상으로써, 일부 보수부의 노후화에 의한 재균열이 일부 확인되었으며, 국부적으로 확인된 0.3mm이상 균열 1개소에 대한 내구성 저하방지를 위한 주입보수가 요구되며, 그 밖에 폭 0.3mm미만의 균열 및 보수부 재균열에 대한 지속적인 주의관찰이 요구된다. ■ A1, A2 홍벽 및 구체에 확인된 누수흔적 및 체수흔적은 공용 증가에 따른 신축이음 노후화 및 외부 우수유입으로 인한 손상으로써 일부 홍벽의 표면 백태가 동반되고 있는 것으로 확인되었다. 향후 지속적인 누수 등으로 인한 하부구조 열화 및 받침 부식으로 인한 가동불량 등을 유발할 수 있으므로 주의관찰 후 유지관리계획에 따른 신축이음장치 교체가 실시됨이 바람직할 것으로 판단되며, 국부적으로 확인된 백태 손상에 대해 내구성 저하 방지를 위한 표면처리가 요구된다. ■ 그 밖에 A1 교좌면에 페콘크리트가 적치된 것으로 조사되었으며, 이는 공용 중 실시된 보수 시공과정에서의 잔여물로써 구조물에 특별한 영향은 없으나 원활한 구조물 유지관리를 위한 청소 조치가 요구된다.	
교각	■ 교각에 조사된 균열은 대부분 폭 0.3mm미만의 비교적 경미한 상태로 확인되었으며, 이는 시공초기 콘크리트 수화열과 건조수축 등에 의해 발생한 손상으로 판단된다. 현재 발생한 균열의 경우 비진행성의 균열로써 구조물의 내구성 저하우려는 없는 상태로 지속적인 주의관찰이 요구된다.	
교량받침	■ 기 점검 이후 받침 부식이 신규로 조사되었으며, 이는 공용 증가에 따른 지속적인 외기 접촉에 의한 도장면 노후화 부위의 부식 진전으로 판단된다. ■ 연단거리 측정결과 전개소에서 설계기준에서 요구하는 연단거리를 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었다. ■ 온도변화에 의한 교량받침 이동을 고려한 여유량 검토결과 전개소에서 충분한 여유량을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.	

구분	정밀안전점검 결과	비고
신축이음장치	■ 공용 중 중차량의 반복적인 통행시 발생하는 충격 등에 의한 본체 변형 4개소가 확인되었으나, 이로 인한 차량 통행시 파손 등의 우려는 없는 상태로 주의관찰이 요구된다. ■ 신축이음 유간 토사퇴적은 차량 반복 통행 및 우천시 유입되는 교면수에 포함된 이물질이 퇴적된 상태로 방치될 경우 토사의 경화 등으로 인한 고무재 파손, 신축이음 가동 불량 등을 유발시키므로 주기적인 청소와 유지관리가 필요하다. ■ 후타재 균열 및 파손은 차량의 반복통행에 따른 진동 및 충격 등에 의한 손상으로써 현 상태 보수 필요성은 적으며, 추후 신축이음장치 본체 손상 발생시 교체시기에 맞춰 후타재 보수를 실시함이 바람직할 것으로 판단된다. ■ 그 밖에 신축이음 측면 차수 덮개의 볼트 불량은 시공 불량에 의한 것으로 차수기능에 문제는 없는 상태로 주의관찰이 요구된다. ■ 온도변화에 따른 신축 여유량 검토결과 전개소에서 여유량을 충분히 확보하는 것으로 평가되었다.	
교면포장	■ 교면포장의 외관조사 결과 포장면에서 발생한 균열은 공용 중 중차량의 반복적인 통행 및 제동하중 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상부위를 통한 교면수 유입시 바닥판 열화 등의 2차 손상 우려가 있으므로 유지관리계획에 따른 썰링처리가 요구된다. ■ 그 밖에 중차량 통행시 낙하물에 의한 S2 포장(갓길부)의 패임이 확인되었으며, 차량주행성능 저하 우려는 없는 상태로 주의관찰을 통한 지속적인 관리가 요구된다.	
배수시설	■ 배수시설에 대한 외관조사결과 총 9개소 집수구 중 7개소에서 막힘이 조사되어 주기적인 청소를 통한 원활한 우수배제가 요구되며, 배수관 길이부족은 시공 미흡에 따른 것으로 배수구 주변 박리, 열화 등의 2차손상은 없는 상태로 지속적인 주의관찰 후 유지관리계획에 따른 길이연장 시공이 필요할 것으로 판단된다.	
난간 및 연석	■ 방호울타리에 발생된 균열 및 중앙분리대 들뜸, 박리 등은 공용 증가에 따른 보수부 노후화에 기인한 보수부 재손상으로 확인되었으며, 구조적으로 문제가 발생될 우려는 없는 것으로 확인되었다. 다만, 중앙분리대 연석의 들뜸 및 박락의 경우 손상부위를 통한 우천시 우수 유입에 따른 하부 콘크리트 열화 및 백태 등의 손상이 우려되는 만큼 유지관리계획에 따른 전반적인 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. ■ S3 중앙분리대 강재 난간 변형은 차량 충돌에 따른 손상으로 기능 저하 우려는 없으며, 향후 지속적인 주의관찰을 통한 관리 후 차량 통행에 지장이 발생될 경우 교체 시공을 통한 조치가 바람직할 것으로 판단된다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험명	시험부위		시험 결과	검토 의견
비파괴 강도 (MPa)	상부구조 (설계기준 : 27MPa)		35.6~36.6	■ 설계기준 대비 콘크리트 강도에는 문제가 없는 것으로 판단됨
	거더 (설계기준 : 40MPa)		63.7~69.2	
	하부구조 (설계기준 : 21MPa)		29.5~35.7	
탄산화 깊이 (mm)	상부구조	진행깊이	1.70	■ 실측 피복두께 대비 탄산화 잔여 깊이가 30mm 이상으로 측정되어 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 없는 'a' 등급으로 평가됨
		잔여깊이	31.30	
	하부구조	진행깊이	5.54~5.64	
		잔여깊이	37.46~69.36	

다. 종합평가 및 안전등급 지정

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결합도점수	기준	S · F	기준	
이동교(하)	0.169	B	—	—	B
종합평가	• 상태평가 결과를 통한 종합평가 결과 이동교(하)는 “B”로 평가됨.				

라. 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급”으로 지정하였다.

마. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
교면포장	포장균열	실링보수	39.60	m ²	22	871	3순위
배수시설	배수구 막힘	청소	7	EA	40	280	1순위
	배수관 길이부족	배수관 재설치	5	EA	321	1,605	2순위
난간 및 연석	파손, 들뜸	난간 교체	2.20	m	117	257	3순위
	가드레일 변형	단면보수	72.00	m ²	310	22,320	3순위
신축이음장치	유간토사퇴적	청소	7.50	m	5	38	2순위
교대	균열 (0.3mm이상)	주입보수	0.48	m	102	49	2순위
	백태	표면처리	2.33	m ²	5	137	3순위
	표면오염, 누수흔적	표면처리	15.83	m ²	59	934	3순위
	폐콘크리트 적치	청소	4.50	m ²	5	23	3순위
순공사비 합계(천원)						26,514	
제경비(순공사비×50%, 천원)						13,257	
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위				420	
		2순위				2,538	
		3순위				24,542	
유지보수 개략공사비 총계						36,813	
※ Cw=0.2mm 균열 및 균열백태 표면처리 면적은 길이×보수 폭 25cm를 적용함. ※ 보수물량은 손상물량의 20% 할증하였으며, 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영. ※ 개략공사비는 설계 시 공법 및 단가변동에 의해 공사비가 바뀔 수 있음.							

바. 종합결론

- 이동교(하)는 약 18년의 공용기간이 경과한 교량시설물로 외관조사결과 전반적으로 양호한 상태이나 일부 보수를 요하는 손상이 조사되어 구조물의 내구성 및 사용성 확보를 위한 적절한 보수조치가 요구되며, 배수시설의 배수구 막힘에 의한 교면 체수 등이 우려되므로 주기적인 청소조치가 요구된다.
- 본 교량의 상태평가 결과를 토대로 실시한 종합평가 결과 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급(양호)”으로 평가되었다.
- 금회 정밀안전점검 결과 확인된 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 점검 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

2.2.4 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

구 분	내 용	비고
설계도서	○ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 구조물도와 비교·검토 후 치수가 상이할 경우 설계도서 재작성 하고, 실측치와 동일 시 구조물도를 기준을 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○ 관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장소사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 보고서에 수록함	
시공관련자료	○ 안전, 품질, 공정 및 변경등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검자료	○ 점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존 점검 결과를 비교·검토하여 추가 손상 확인, 보수여부 재확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○ 일괄보수 보다는 단계적인 예방 보수가 시행되고 있고, 기 보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○ 외관조사결과 각 부재의 균열, 들뜸, 박리, 파손, 박락, 재료분리, 누수흔적, 부식 등의 손상이 확인되었고 금회 점검에서는 보수 여부 확인, 진전여부 확인, 신규손상 발생 여부에 대하여 중점조사 및 점검 방향으로 한다.	
시설물 특이사항	○ 중대결함 : 없음 ○ 구조가 변경(하중변화, 단면변화)된 경우 : 없음	
점검주기	○ 점검일 현재 정기안전점검은 반기별로 주기적으로 실시되고 있으며, 정기안전점검은 40회, 정밀안전점검은 10회, 기타(부분점검·진단) 1회, 2종성능평가 1회를 실시하였으며, 전반적으로 점검시기는 적정하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

2.2.5 시설물 보수·보강 이력

【표 2.2.2】 이동교(하) 보수·보강이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수·보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비 (천원)	책임기술자
1	국도43호선 황구지천교 신축이음 보수공사	보수	—	백강, 호성	유디아이(주)
	2021-03-19 ~ 2021-06-09		후타재보수	9,857	KG엔지니어링 종합건축사사무소
2	국도45호선 이동교 시설물 보수공사	보수	—	(주)세일엔진 니어링	(주)서현시설안전
	2019-05-07 ~ 2019-06-14		표면보수(바닥판, 거더, 가로보, 교대), 단면보수(거더, 가로보, 교대, 교량받침), 주입보수(교량받침 : 21㎡)	339,990	(주)내경엔지니어링

【표 2.2.2】이동교(하) 보수·보강이력사항(계속)

번호	공사명	공사구분	보수·보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비 (천원)	책임기술자
3	관내 교량하부 불법점용물 진입 차단시설 설치공사	개량	—	수원국토	중원그린산업(주) 김현태
	2011-06-20 ~ 2011-09-08		—	163,052	(주)다산건설턴트 한광훈

2.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 2.2.3】내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
—	Y	—	—
준공도서 및 FMS상 내진설계는 반영 된 것으로 확인되었고, 내진성능평가는 2023년 실시되었고, 내진성능을 만족한 것으로 확인되었다.			

2.2.7 시설물의 용도변경 및 하중변화 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 및 하중변화 이력은 없는 것으로 확인되었다.

2.3 현장조사

2.3.1 개요

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 토대로 정밀조사를 실시하기 위하여 고소작업차를 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였으며, 점검 망치를 이용한 타격조사를 실시하여 공동 및 박리, 층분리 발생여부를 확인 및 제거를 실시하였다.

가. 장비사용 현황

Span번호	조사방법 및 접근성	조사기간	비고
S1~S4	도보, 고소작업차	2024.03.08.~2024.09.03.	
			
고소작업차를 이용한 근접조사		고소작업차를 이용한 근접조사	
			
고소작업차를 이용한 근접조사		고소작업차를 이용한 근접조사	

【사진 2.3.1】 근접조사를 위한 장비 사용 전경

2.3.2 외관조사 결과

가. 바닥판 하면

1) 부재의 개요

- 이동교(하)는 총 4경간으로 이루어져 있으며, 연장은 L=120.0m, 폭 17.3m(편도 4차로)로 바닥판은 철근콘크리트로 시공되어있다.
- 바닥판하면에 대한 현장조사는 고소작업차를 이용한 근접조사를 실시하였다.



바닥판 하면 전경

바닥판 하면 전경

【사진 2.3.2】바닥판하면 전경

2) 현장조사 결과

- 바닥판하면에 대한 외관조사 결과, 금회 정밀조사로 균열(0.3mm이상), 백태, 파손 및 철근노출이 조사되었다.

【표 2.3.1】바닥판하면 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm이상) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		파손 및 철근노출 (㎡/개소)	
S1	—	—	0.43	2	0.99	3
S2	—	—	—	—	—	—
S3	—	—	—	—	—	—
S4	2.50	2	—	—	—	—
합계	2.50	2	0.43	2	0.99	3

	
S1 백태, 파손(0.3m×0.3m)	S1 백태(0.2m×1.7m)
	
S1 파손 및 철근노출(0.3m×1.5m)	S1 파손(0.3m×1.5m)
	
S4 균열(0.3mm/1.5m)	S4 균열(0.3mm/1.0m)

【사진 2.3.3】 바닥판하면 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 백태, 파손이 확인되었으며, 금회 점검시 균열(0.3mm이상), 파손 및 철근노출이 신규로 추가 조사되었다.

【표 2.3.2】바닥판하면 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	균열(0.3mm이상)	m	—	—	2.50	2	▲ 2.50	신규손상
	백태	m ²	0.43	—	0.43	2	— —	변동없음
	파손 및 철근노출	m ²	0.09	—	0.99	3	▲ 0.90	신규손상

4) 검토의견

- 바닥판 하면에 발생한 균열(0.3mm이상)은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 구속응력 등에 의한 발생한 손상으로 우수유입, 온도변화 등에 의해 손상이 진전될 우려가 있으므로 내구성 확보 차원에서 주입보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 백태는 손상부를 통한 우수유입, 수분접촉, 종조인트 누수 등의 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 표면처리를 통해 구조물의 내구성 저하를 방지하는 것이 바람직하다.
- 파손 및 철근노출은 외부충격, 우수유입, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 및 손상의 진전 방지를 위해 단면보수(방청)를 실시하는 것이 필요하다.

나. PSC I Girder

1) 부재의 개요

- 바닥판으로부터 전달되는 상부하중을 지지하고 교량받침으로 하중을 전달하는 역할을 하는 거더는 철근콘크리트로 시공되어 8열로 배치되어 있는 상태이며, 근접육안조사를 위하여 고소작업차를 이용하여 외관조사를 실시하였다.



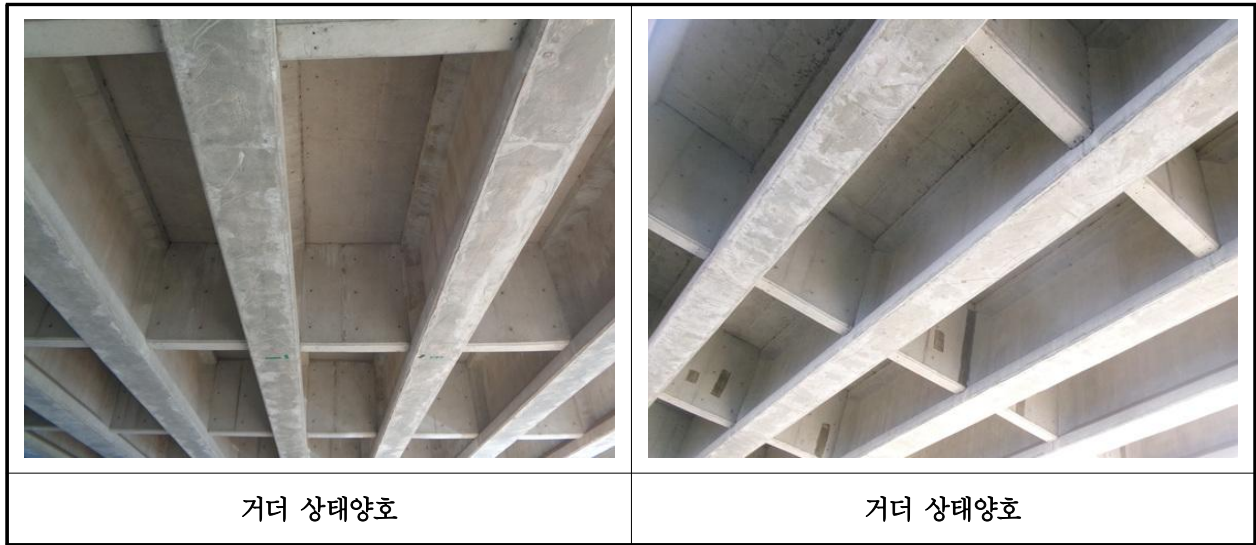
【사진 2.3.4】 거더 전경

2) 현장조사 결과

- 거더에 대한 외관조사 결과 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.3.3】 거더 외관조사 결과

구분		상태양호	
거더	S1	—	—
	S2	—	—
	S3	—	—
	S4	—	—
합계		—	—



【사진 2.3.5】 거더 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 거더에 대한 외관조사 결과 추가 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.3.4】 거더 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
거더	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—

4) 검토의견

- 거더는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 추가 손상 발생 여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

다. 가로보(2차부재)

1) 부재의 개요

- 공용기간 중 주거더의 횡변형 방지와 하중 횡분배 역할을 하는 가로보는 콘크리트로 시공되어 있으며, 조사방법은 거더와 동일한 방법으로 점검차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.6】 가로보 전경

2) 현장조사 결과

- 가로보에 대한 외관조사 결과 균열(0.3mm미만)이 조사되었다.

【표 2.3.5】 가로보 현장조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)	
S1	—	—
S2	1.40	1
S3	—	—
S4	—	—
합계	1.40	1

	
S2-G3~4 균열(0.2mm/1.4m)	S3 기보수 상태양호

【사진 2.3.7】 가로보 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생된 균열(0.3mm미만)이 확인되었으며, 금회 점검시 손상의 추가 및 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 2.3.6】 가로보 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
가로보	균열(0.3mm미만)	m	1.40	-	1.40	1	- -	변동없음

4) 검토의견

- 가로보에 발생된 균열(0.3mm미만)은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 구속응력 등에 의한 발생한 손상으로 우수유입, 온도변화 등에 의해 손상이 진전될 우려가 있으므로 내구성 확보 차원에서 표면처리 보수를 실시하는 것이 필요하다.

라. 교대

1) 부재의 개요

- 이동교(하) 교대는 역T형 2기로 시공되어 있으며, 기초는 확대기초로 시공되어있다. 교대에 대한 외관조사는 도보를 이용한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.8】 교대 전경

2) 현장조사 결과

- 교대에 대한 외관조사 결과 균열 및 보수부재균열(0.3mm미만), 백태, 누수흔적, 체수, 폐콘크리트 적치, 누수오염, 표면오염이 조사되었다.

【표 2.3.7】 교대 외관조사 결과

구분	균열 (0.3mm미만) (m/개소)		보수부재균열 (0.3mm미만) (m/개소)		백태 (㎡/개소)		누수흔적, 체수 (㎡/개소)		폐콘크리트 적치 (㎡/개소)		누수오염, 표면오염 (㎡/개소)	
A1	1.00	2	0.50	1	1.90	4	1.20	2	3.75	5	—	—
A2	—	—	0.50	1	0.36	2	8.19	5	—	—	4.70	4
합계	1.00	2	1.00	2	2.26	6	9.39	7	3.75	5	4.70	4

	
A1 보수부 재균열(0.2mm/0.5m)	A1 페콘크리트 퇴적(0.5m×1.5m, 5EA)
	
A1 백태(0.2m×2.0m)	A2 균열(0.2mm/0.5m)
	
A2 누수흔적(2.3m×1.0m)	A2 표면오염(0.5m×1.0m)

【사진 2.3.9】 교대 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 손상인 균열 및 재균열(0.3mm미만), 백태, 누수흔적, 체수, 폐콘크리트 적치, 누수오염, 표면오염이 확인되었으며, 금회 점검시 손상의 추가 및 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 2.3.8】 교대 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교대	균열(0.3mm미만)	m	1.00	—	1.00	2	— —	변동없음
	보수부재균열(0.3mm미만)	m	1.00	—	1.00	2	— —	변동없음
	백태	m ²	2.26	—	2.26	6	— —	변동없음
	누수흔적, 체수	m ²	9.39	—	9.39	7	— —	변동없음
	폐콘크리트 적치	m ²	3.75	—	3.75	5	— —	변동없음
	누수오염, 표면오염	m ²	4.70	—	4.70	4	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교대에 발생한 균열 및 재균열(0.3mm미만)은 건조수축 및 구속응력, 온도변화 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 박리 또는 내부 철근의 부식 팽창 등에 의해 박락이 발생할 수 있으므로 내구성 확보를 위한 표면보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 백태는 손상부를 통한 우수유입, 수분접촉, 중조인트 누수 등의 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 표면처리를 통해 구조물의 내구성 저하를 방지하는 것이 바람직하다.
- 누수흔적, 체수, 누수오염, 표면오염은 신축이음부 우수유입, 외기노출 등에 의한 것으로 판단되며, 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다. 보수시 신축이음부와 연계된 보수가 필요하다.
- 폐콘크리트 적치는 공사 및 보수시 발생한 것으로 정비를 통한 유지관리가 요구된다.

마. 교각

1) 부재의 개요

- 이동교(하)의 교각은 라멘식(P1~P3)으로 구성되어 있으며, 기초는 직접기초로 시공되어있다. 교각에 대한 외관조사는 도보조사, 고소작업차를 통한 근접조사를 실시하였다.



【사진 2.3.10】 교각 전경

2) 현장조사 결과

- 교각에 대한 외관조사 결과 균열(0.3mm미만)이 조사되었다.

【표 2.3.9】 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)	
P1	—	—
P2	0.70	1
P3	5.40	5
합계	6.10	6

	
P2 균열(0.2mm/0.7m)	P2 균열(0.2mm/1.4m)

【사진 2.3.11】 교각 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 균열(0.3mm미만)이 확인되었으며, 금회 점검시 손상의 추가 및 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 2.3.10】 교각 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.10	—	6.10	6	— —	변동없음

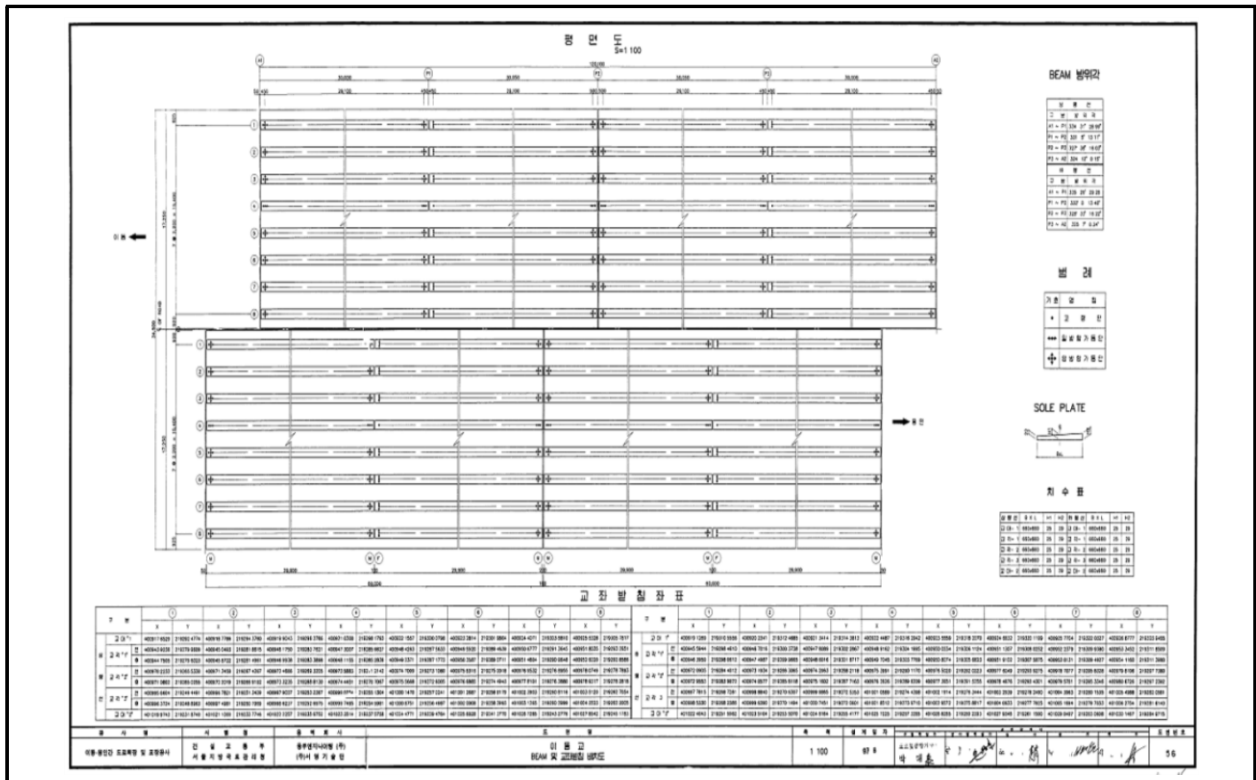
4) 검토의견

- 교각에 발생한 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 구속응력, 거푸집 조기탈거, 온도변화 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 박리 또는 내부 철근의 부식 팽창 등에 의해 박락이 발생할 수 있으므로 내구성 확보를 위한 보수를 실시하는 것이 필요하다.

바. 교량받침

1) 부재의 개요

- 이동교(하)의 교량받침은 고무받침(탄성받침)으로 거더당 2개소씩 배치되어 있으며, 총 64개소가 설치되어있다. 교량받침은 상부구조의 하중을 하부구조로 전달하고 상부구조의 신축 및 회전에 능동적으로 대응하는 부재로써 본 조사에서는 과반력 및 부반력 발생여부, 온도변화에 의한 신축거동 여부뿐만 아니라 강재부식, 콘크리트 손상 여부 등 내구성, 기능성 등에 대한 조사를 실시하였다.



【그림 2.3.1】 교량받침 배치도



【사진 2.3.12】 교량받침 전경

2) 현장조사 결과

- 교량받침에 대한 외관조사 결과 받침몰탈 균열 및 재균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm미만), Plate 부식이 조사되었다.

【표 2.3.11】 교량받침 외관조사 결과

구분	받침몰탈 균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침몰탈 재균열(0.3mm미만) (m/개소)		받침콘크리트 균열(0.3mm미만) (m/개소)		Plate 부식 (개소/개소)	
A1	—	—	—	—	—	—	—	—
P1	0.10	1	—	—	0.20	1	—	—
P2	—	—	0.10	1	—	—	—	—
P3	—	—	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—	3.00	3
합계	0.10	1	0.10	1	0.20	1	3.00	3

	
A2-SH8 플레이트 부식	P1-SH3(A1) 받침콘크리트 균열(0.1mm/0.2m)
	
P1-SH5(A2) 받침몰탈 균열(0.1mm/0.1m)	P2-SH1(A1) 받침몰탈 재균열(0.2mm/0.1m)

【사진 2.3.13】 교량받침 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 받침 Plate 부식이 확인되었으며, 금회 점검시 받침물탈 균열 및 재균열, 받침콘크리트 균열이 추가 조사되었다.

【표 2.3.12】 교량받침 기 점검 결과 비교

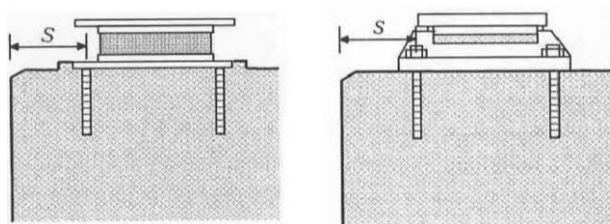
구분	손상 내용	단 위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 받침	받침물탈 균열(0.3mm미만)	m	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	받침물탈 재균열(0.3mm미만)	m	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	Plate 부식	EA	3.00	—	3.00	3	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교량받침에서 조사된 받침물탈 균열 및 재균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의한 손상으로 판단되며, 미세균열로 교량 받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 보수 조치가 필요하다고 판단된다.
- Plate 부식의 경우 시공미흡, 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등에 의해 발생한 손상으로 장기적인 내구성 확보를 위하여 재도장을 통한 보수가 필요하다.

5) 연단거리 검토

- 교대 및 교각의 교좌면은 상부구조로부터 집중하중을 받는 부위이고, 지진시에는 큰 수평력이 작용하는 곳이다. 연단거리가 짧으면 고정단에서는 콘크리트 구체 또는 교량받침이 파손될 수 있고, 가동단에서는 최악의 경우 받침이 벗어나 거더가 낙하할 수도 있다.
- 상부구조의 길이에 따라 ‘도로교설계기준(2009, 국토교통부)’에서는 최소값을 규정하고 있다.



(a) 고무받침

(b) 강재받침

- 거더의 경간길이 100m 이하
: $S(\text{mm}) = 200 + 5L$
- 거더의 경간길이 100m 이상
: $S(\text{mm}) = 300 + 4L$
여기서, L은 경간길이(m)

【그림 2.3.2】 도로교설계기준 연단거리 산출방법



【사진 2.3.14】교량반침장치 연단거리측정

① 연단거리 산출

– 거더 경간길이(L=30.0m) : $200+5 \times 30 = 350(\text{mm})$

【표 2.3.13】연단거리 측정 결과

구 분		계산 연단거리 (mm)	실측 연단거리(mm)								검토 결과
			Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	Sh5	Sh6	Sh7	Sh8	
A1		350	460	450	460	460	450	460	460	460	O.K
P1	A1측	350	910	910	920	920	920	920	920	920	O.K
	A2측	350	940	940	940	940	930	930	930	930	O.K
P2	A1측	350	880	880	880	880	880	870	870	870	O.K
	A2측	350	890	890	890	890	890	900	900	900	O.K
P3	A1측	350	840	840	840	840	840	850	850	850	O.K
	A2측	350	850	850	850	850	860	860	860	860	O.K
A2		350	450	450	450	440	450	440	450	450	O.K

② 연단거리 검토의견

- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.

6) 교량받침 신축거동상태 검토



【사진 2.3.15】교량받침 이동량 측정

① 설계기준온도(−15℃ ~ 35℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

【표 2.3.14】교량받침 이동량(설계기준 온도) 산정

구 분	온도변화 (ΔT , °C)		선팽창 계수 (α)	신축거더길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		비고
	동절기	하절기			동절기	하절기	
A1	29.2	20.8	0.00001	35.0	10.2	7.3	
P1	고정단						
P2(A1)	29.2	20.8	0.00001	35.0	10.2	7.3	
P2(A2)	29.2	20.8	0.00001	35.0	10.2	7.3	
P3	고정단						
A2	29.2	20.8	0.00001	35.0	10.2	7.3	
1) 조사당시 온도 : 14.2℃(조사일 : 2024년 4월 2일, 평균온도, 수원) 2) 검토온도 : −15℃ ~ 35℃(한랭지방)							

【표 2.3.15】교량받침 이동량(설계기준 온도) 검토결과

위치		이동량	측정 가동여유량		계산 가동 이동량		허용 변위 (mm)	수축 검토 결과	신장 검토 결과
			최대수축	최대수축	최대수축	최대신장			
A1	SH1	-5	49.0	59.0	10.2	7.3	±54.0	O.K	O.K
	SH2	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
	SH3	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
	SH4	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
	SH5	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
	SH6	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
	SH7	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
	SH8	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
P1	고정단								
P2(A1)	SH1	0	54.0	54.0	10.2	7.3	±54.0	O.K	O.K
	SH2	0	54.0	54.0			±54.0	O.K	O.K
	SH3	0	54.0	54.0			±54.0	O.K	O.K
	SH4	0	54.0	54.0			±54.0	O.K	O.K
	SH5	0	54.0	54.0			±54.0	O.K	O.K
	SH6	0	54.0	54.0			±54.0	O.K	O.K
	SH7	0	54.0	54.0			±54.0	O.K	O.K
	SH8	0	54.0	54.0			±54.0	O.K	O.K
P2(A2)	SH1	+5	59.0	49.0	10.2	7.3	±54.0	O.K	O.K
	SH2	+5	59.0	49.0			±54.0	O.K	O.K
	SH3	+5	59.0	49.0			±54.0	O.K	O.K
	SH4	+5	59.0	49.0			±54.0	O.K	O.K
	SH5	+5	59.0	49.0			±54.0	O.K	O.K
	SH6	+5	59.0	49.0			±54.0	O.K	O.K
	SH7	+5	59.0	49.0			±54.0	O.K	O.K
	SH8	+5	59.0	49.0			±54.0	O.K	O.K
P3	고정단								
A2	SH1	-5	49.0	59.0	10.2	7.3	±54.0	O.K	O.K
	SH2	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
	SH3	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
	SH4	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
	SH5	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
	SH6	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
	SH7	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
	SH8	-5	49.0	59.0			±54.0	O.K	O.K
주) 판정 : 계산 가동 이동량 ≤ 측정 가동여유량 ⇒ O.K									

② 교량받침 이동량 검토의견

- 계산여유량과 실측여유량의 비교 · 검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

사. 신축이음장치

1) 부재의 개요

- 신축이음은 교량받침과 연동되어 온도나 하중에 대한 상부구조의 신축거동을 수렴하는 중요 장치로써 본체와 후타재로 구분되며, Finger Joint(A1, A2), Rail Joint(P2) 형식으로 시공된 상태이다.



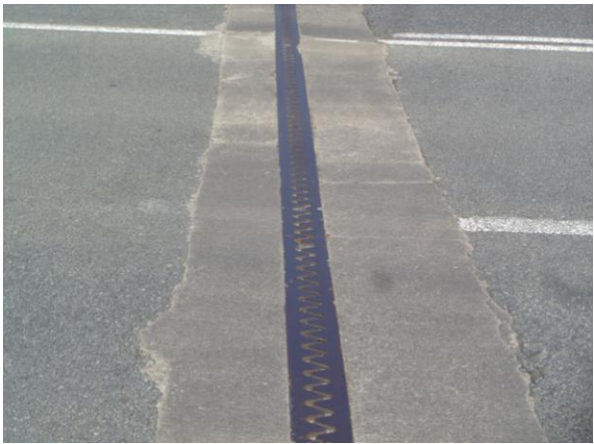
【사진 2.3.16】 신축이음장치 전경

2) 현장조사 결과

- 신축이음에 대한 외관조사 결과 후타재 균열(0.3mm미만), 파손, 패임, 유간 토사퇴적, 본체 변형, 차수판 볼트/너트 부족이 조사되었다.

【표 2.3.16】 신축이음장치 외관조사 결과

구분	후타재 균열 (0.3mm미만) (m/개소)		후타재 파손, 패임 (㎡/개소)		유간 토사퇴적 (m/개소)		본체 변형 (개소/개소)		차수판 볼트/너트 부족 (개소/개소)	
A1 (EXP J1)	3.90	13	0.30	1	2.50	1	2.00	2	4.00	4
P2 (EXP J2)	34.40	86	0.13	3	5.00	1	—	—	—	—
A2 (EXP J3)	6.80	15	0.01	1	1.50	1	2.00	2	4.00	4
합계	45.10	114	0.44	5	9.00	3	4.00	4	8.00	8

	
A1 후타재 파손(0.1m×3.0m)	A1 후타재 균열(0.1mm/0.3m, 7EA)
	
P2 유간 토사퇴적(L=5.0m)	P2 후타재 균열(0.1mm/0.4m)
	
A2 유간 토사퇴적(L=1.5m), 본체 변형	A2 후타재 균열(0.1mm/0.4m)

【사진 2.3.17】 신축이음 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 후타재 균열, 파손, 패임, 유간 토사퇴적, 본체 변형, 차수판 볼트/너트 부족이 확인되었으며, 금회 점검시 손상의 추가 및 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 2.3.17】 신축이음 기 점검 결과 비교

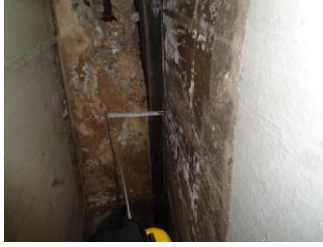
구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	45.10	—	45.10	114	— —	변동없음
	후타재 파손, 패임	m ²	0.44	—	0.44	5	— —	변동없음
	유간 토사퇴적	m	9.00	—	9.00	3	— —	변동없음
	본체 변형	EA	4.00	—	4.00	4	— —	변동없음
	차수판 볼트/너트 부족	EA	8.00	—	8.00	8	— —	변동없음

4) 검토의견

- 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만), 본체 변형은 건조수축, 차량 반복통행, 장기공용, 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 발생한 손상으로 인한 차량통행에 지장 및 신축이음 기능저하 등은 없는 상태로 주의관찰 후 관리주체의 유지관리계획에 맞추어 보수하여도 구조물의 사용 및 안전에는 지장이 없을 것으로 판단된다.
- 후타재 파손, 패임의 경우 차량 윤회중, 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 차량의 안전사고 및 손상의 진전 방지를 위해 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.
- 유간 토사퇴적의 경우 공용기간 경과에 따른 비산먼지 축적에 의해 발생한 손상으로 청소 등의 정비를 통한 유지관리가 요구된다.
- 차수판 볼트/너트 부족은 공용기간 경과, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 하부 우수유입 방지를 위해 교체를 통한 정비가 요구된다.

5) 신축이음 거동상태 검토

① 설계기준온도(−15℃ ~ 35℃(한랭지방))에 따른 여유량 검토

구분	계산방법				비고	
이론 신축량	- 온도변화에 의한 이동량 $\Delta L_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$ - 여기서, ΔL_t : 온도변화에 의한 이동량 ΔT : 온도변화 범위(기상청 자료참조) α (강재): 1.2×10^{-5}, α (콘크리트): 1.0×10^{-5} - L : 신축보의 길이(mm)					
	- 소요 가동량 산정 - 조사일 : 2024. 04. 02. 기온 적용: 14.2℃(일평균) ΔT(신장시) : 35.0℃-14.2℃ = 20.8℃ ΔT(수축시) : -15.0℃-(14.2℃) = 29.2℃ ΔL_t(최소필요유간) : $\Delta T \times \alpha \times L$ - 형식별 온도변화범위(℃)				 	
소요 신축량	교량형식		보통지방	한랭지방	선팽창계수 α (/℃)	
	강 교	상로교	-10~+40	-20~+40	1.2×10^{-5}	
		하로교, 강바닥판교	-10~+50	-20~+40	1.2×10^{-5}	
	RC, PSC교		-5~+35	-15~+35	1.0×10^{-5}	

【사진 2.3.18】 신축이음 유간 측정방법

【표 2.3.18】 신축이음 신축이동량 산정

구 분	온도변화 (ΔT , ℃)		선팽창 계수 (α)	신축거더 길이 (L, m)	온도 변화에 의한 이동량(mm)		신축이음 실측유간 (mm)	바닥판 실측유간 (mm)	거더 실측유간 (mm)	비고
	동절기	하절기			동절기	하절기				
A1	29.2	20.8	0.00001	30.0	8.8	6.2	20	55	55	Finger Joint
P2	29.2	20.8	0.00001	60.0	17.5	12.5	50	110	200	Rail Joint
A2	29.2	20.8	0.00001	30.0	8.8	6.2	25	60	75	Finger Joint
1) 조사당시 온도 : 14.2℃(조사일 : 2024년 4월 2일, 평균온도, 수원) 2) 검토온도 : -15℃ ~ 35℃(한랭지방)										

【표 2.3.19】 신축이음장치 및 바닥판 단부 가동여유량 검토결과

구 분		계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm)	신축 여유량(mm)		수축 검토 결과	신장 검토 결과
		최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 (①+③)	최대 신장시 (③-②)		
A1	신축이음	8.8	6.2	20	50	21.2	13.8	OK	OK
	바닥판			55	—	—	48.8	—	OK
	거더			55	—	—	48.8	—	OK
P2	신축이음	17.5	12.5	50	100	32.5	37.5	OK	OK
	바닥판			110	—	—	97.5	—	OK
	거더			200	—	—	187.5	—	OK
A2	신축이음	8.8	6.2	25	50	16.2	18.8	OK	OK
	바닥판			60	—	—	53.8	—	OK
	거더			75	—	—	68.8	—	OK
주) 판정 : 0.0mm ≤ 신축 여유량 ≤ 허용량 ⇒ O.K									

6) 신축거동상태 검토의견

- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

아. 교면포장

1) 부재의 개요

- 이동교(하)의 바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 아스팔트 포장($T=80\text{ mm}$), 4차로로 시공되었으며, 2020년 점검 이후 전반적인 재포장이 실시된 것으로 확인되었다.



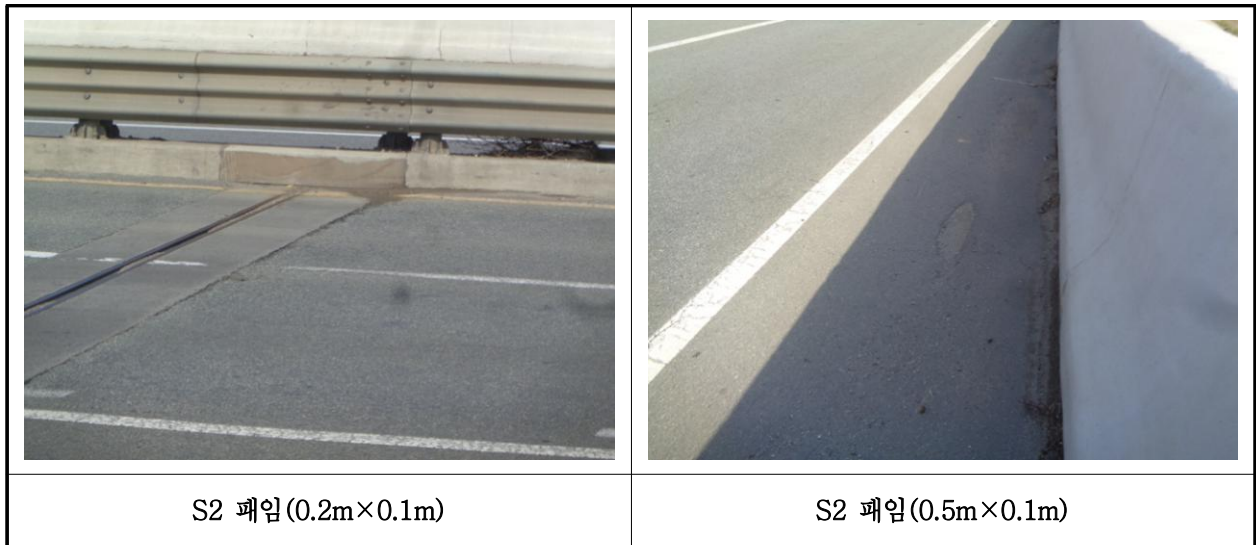
【사진 2.3.19】 교면포장 전경

2) 현장조사 결과

- 교면포장에 대한 외관조사 결과 아스콘 균열, 패임이 조사되었다.

【표 2.3.20】 교면포장 외관조사 결과

구분	아스콘 균열 (m/개소)		패임 (㎡/개소)	
S1	—	—	—	—
S2	—	—	0.07	2
S3	—	—	—	—
S4	33.00	2	—	—
합계	33.00	2	0.07	2



【사진 2.3.20】 교면포장 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생한 아스콘 균열, 패임이 확인되었으며, 금회 점검시 손상의 추가 및 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 2.3.21】 교면포장 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교면포장	아스콘 균열	m	33.00	—	33.00	2	— —	변동없음
	패임	m ²	0.07	—	0.07	2	— —	변동없음

4) 검토의견

- 교면포장에 발생한 아스콘 균열, 패임의 경우 차량의 운하중, 외부충격 등에 의해 발생한 손상으로 비교적 경미한 상태로 차량 주행성능 저하의 우려는 없는 것으로 판단되는 바 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하고, 진전시 아스콘 실링, 팻칭 등과 같은 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

자. 배수시설

1) 부재의 개요

- 이동교(하)의 배수시설은 교량의 횡구배에 맞게 설치되어 있으며, 육교형(S1~S4) 배수관으로 연결되어있는 상태이다.



【사진 2.3.21】 배수시설 전경

2) 현장조사 결과

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 배수구 막힘, 토사퇴적, 배수관 길이부족이 조사되었다.

【표 2.3.22】 배수시설 외관조사 결과

구분	배수구 막힘 (개소/개소)		배수로 토사퇴적 (㎡/개소)		배수관 길이부족 (개소/개소)	
S1	2.00	2	1.20	1	1.00	1
S2	2.00	2	—	—	—	—
S3	2.00	2	—	—	—	—
S4	—	—	—	—	2.00	2
합계	6.00	6	1.20	1	3.00	3



【사진 2.3.22】 배수시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생된 배수구 막힘, 토사퇴적, 배수관 길이부족이 조사되었으며, 금회 점검시 배수관 길이부족에 대한 손상이 일부 양호한 것으로 확인되었다.

【표 2.3.23】 배수시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
배수시설	배수구 막힘	EA	6.00	—	6.00	6	— —	변동없음
	배수로 토사퇴적	m³	1.20	—	1.20	1	— —	변동없음
	배수관 길이부족	EA	5.00	—	3.00	3	▼ 2.00	상태양호

4) 검토의견

- 배수시설의 배수구 막힘, 배수로 토사퇴적, 배수관 길이부족은 공용기간 증가, 우천시 토사유입, 시공미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 배수기능을 확보하기 위하여 청소, 정비 등을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

차. 난간 및 연석

1) 부재의 개요

- 차량의 차도이탈 방지, 사고시 완충작용 등의 기능을 하는 방호울타리는 좌·우측으로 철근 콘크리트 방호벽(H=1.18m)과 중앙분리대(연석+가드레일)이 시공되어있다.



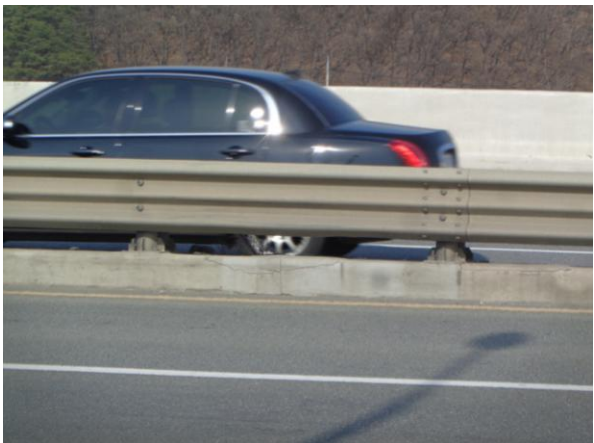
【사진 2.3.23】 난간 및 연석 전경

2) 현장조사 결과

- 방호벽에 대한 현장조사 결과, 균열(0.3mm미만), 파손, 들뜸, 보호몰탈 박리, 가드레일 변형, 가드레일 지주파손, 표지판 파손이 조사되었다.

【표 2.3.24】 난간 및 연석 외관조사 결과

구분	균열(0.3mm미만) (m/개소)		균열(0.3mm이상) (m/개소)		망상균열(폭0.2mm) (m/개소)		파손, 들뜸, 패임, 긁힘 (m/개소)	
S1	0.40	1	—	—	0.36	1	3.47	9
S2	2.10	5	0.25	1	1.40	1	0.74	6
S3	—	—	—	—	—	—	4.70	10
S4	6.80	17	—	—	—	—	1.42	6
합계	9.30	23	0.25	1	1.76	2	10.33	31
구분	식생 (m/개소)		난간 변형 (m/개소)		누수흔적 (m/개소)		이음부 노출 (m/개소)	
S1	0.30	5	—	—	—	—	0.30	2
S2	1.10	20	—	—	1.65	3	—	—
S3	0.36	8	1.00	1	0.71	2	—	—
S4	—	—	—	—	—	—	—	—
합계	1.76	33	1.00	1	2.36	5	0.30	2

	
S1 방호벽 긁힘 (1.2m×1.3m)	S1 중분대 표면들뜸 (0.6m×0.5m)
	
S2 중분대 보수부들뜸 (0.1m×0.3m)	S3 중분대 들뜸 (0.4m×0.7m)
	
S4 방호벽 균열 (0.1mm/0.4m)	방호벽 제원측정 전경

【사진 2.3.24】 난간 및 연석 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 기 발생된 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열(폭0.2mm), 파손, 들뜸, 패임, 균함, 식생, 난간 변형, 누수흔적, 이음부 노출이 확인되었으며, 금회 점검시 손상의 추가 및 진전은 없는 것으로 조사되었다.

【표 2.3.25】 난간 및 연석 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	m	9.30	—	9.30	23	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	0.25	—	0.25	1	— —	변동없음
	망상균열(폭0.2mm)	m ²	1.76	—	1.76	2	— —	변동없음
	파손, 들뜸, 패임, 균함	m ²	10.33	—	10.33	31	— —	변동없음
	식생	m ²	1.76	—	1.76	33	— —	변동없음
	난간 변형	m	1.00	—	1.00	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	2.36	—	2.36	5	— —	변동없음
	이음부 노출	m ²	0.30	—	0.30	2	— —	변동없음

4) 검토의견

- 방호벽 및 중분대에 발생한 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열(폭0.2mm)의 경우 건조수축 및 구속응력, 온도변화, 수화열 등에 의해 발생된 것으로 내구성 및 미관 확보 차원의 보수를 실시하는 것이 요구되며, 보수시 철저한 시공관리를 통해 재손상이 발생하지 않도록 하는 것이 필요하다.
- 파손, 들뜸, 패임, 균함의 경우 차량충격에 따른 외부충격, 시공시 다짐불량, 시공미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원에서 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 난간 변형의 경우 차량충격에 따른 외부충격에 의한 손상으로 주행차량의 안전성 및 내구성 확보를 위해 정비를 통한 유지관리가 요구된다.
- 식생, 누수흔적, 이음부 노출의 경우 공용기간 경과, 비산먼지 및 토사 축적, 강우, 외기노출 등에 의해 발생한 것으로 손상 범위 확대 여부에 대한 주의관찰이 필요하다.

카. 교량 점검시설

1) 부재의 개요

- 점검시설은 철근콘크리트 점검계단(A1), 강재 점검로(P1~P3)가 설치되어 있으며, 교각의 강재 점검시설은 교각과 일체로 연결된 상태로 외측에 작업자의 안전을 위한 난간이 설치되어있고, 점검사다리를 통해 교량 상부에서 출입이 가능한 상태이다.



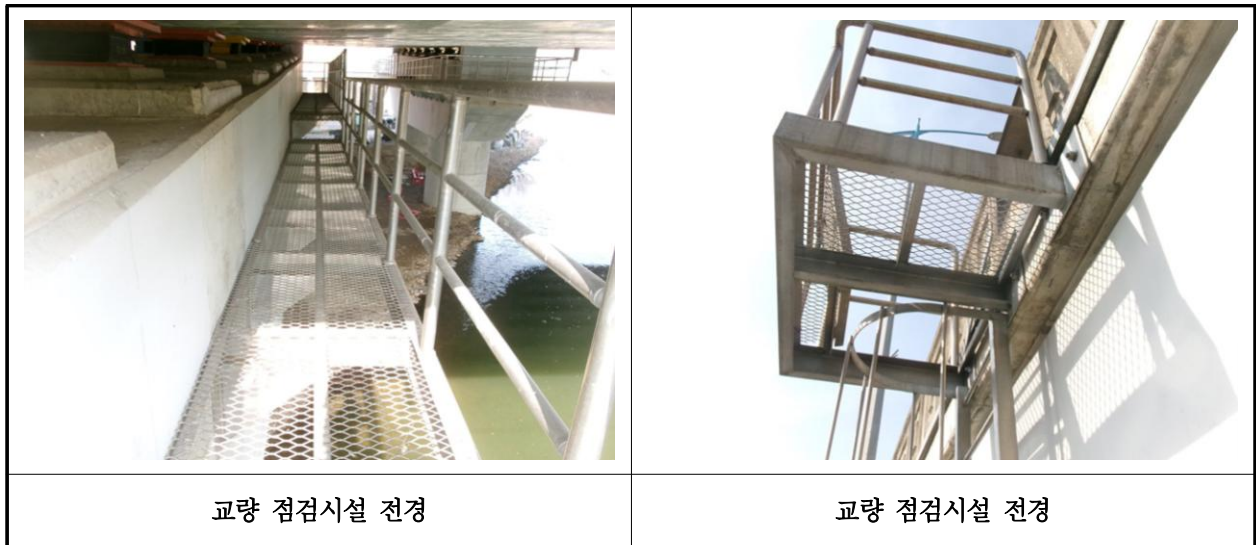
【사진 2.3.25】 교량 점검시설 전경

2) 현장조사 결과

- 점검시설에 대한 현장조사 결과, 이용시 위험 발생요소는 조사되지 않았으며, 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

【표 2.3.26】 교량 점검시설 외관조사 결과

구분	상태양호	
P1	—	—
P2	—	—
P3	—	—
A2	—	—
합계	—	—



【사진 2.3.26】 교량 점검시설 손상현황

3) 기 점검 결과 비교

- 점검시설의 경우, 손상이 없는 상태로 신규손상은 추가 확인되지 않았다.

【표 2.3.27】 교량점검시설 기 점검 결과 비교

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—	— —	변동없음

4) 검토의견

- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

다. 공중이 이용하는 부위

공중이 이용하는 부위는 추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개가 있다.

1) 추락방지시설

공중이 이용하는 부위 중 추락방지시설은 “현장조사 결과 - 난간 및 연석”에 기입된 사항으로 대체하였다.

2) 도로포장

공중이 이용하는 부위 중 도로포장은 “현장조사 결과 - 교면포장”에 기입된 사항으로 대체하였다.

3) 도로부 신축이음부

공중이 이용하는 부위 중 도로부 신축이음부는 “현장조사 결과 - 신축이음장치”에 기입된 사항으로 대체하였다.

4) 환기구 등의 덮개

공중이 이용하는 부위 중 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

2.3.3 외관조사 총괄표

【표 2.3.28】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
바닥판하면	균열(0.3mm이상)	m	2.50	2	
	백태	m ²	0.43	2	
	파손 및 철근노출	m ²	0.99	3	
거더	상태양호	—	—	—	
가로보	균열(0.3mm미만)	m	1.40	1	
교대	균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	
	보수부재균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	
	백태	m ²	2.26	6	
	누수흔적, 채수	m ²	9.39	7	
	폐콘크리트 적치	m ²	3.75	5	
	누수오염, 표면오염	m ²	4.70	4	
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.10	6	
교량받침	받침몰탈 균열(0.3mm미만)	m	0.10	1	
	받침몰탈 재균열(0.3mm미만)	m	0.10	1	
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	
	Plate 부식	EA	3.00	3	
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	45.10	114	
	후타재 파손, 패임	m ²	0.44	5	
	유간 토사퇴적	m	9.00	3	
	본체 변형	EA	4.00	4	
	차수판 볼트/너트 부족	EA	8.00	8	
교면포장	아스콘 균열	m	33.00	2	
	패임	m ²	0.07	2	
배수시설	배수구 막힘	EA	6.00	6	
	배수로 토사퇴적	m ²	1.20	1	
	배수관 길이부족	EA	3.00	3	
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	m	9.30	23	
	균열(0.3mm이상)	m	0.25	1	
	망상균열(폭0.2mm)	m ²	1.76	2	
	파손, 들뜸, 패임, 긁힘	m ²	10.33	31	
	식생	m ²	1.76	33	
	난간 변형	m	1.00	1	
	누수흔적	m ²	2.36	5	
	이음부 노출	m ²	0.30	2	
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	

2.3.4 전회차 손상물량 비교

【표 2.3.29】 손상물량 비교표

구분	손상 내용	단위	2022년 정밀안전점검		2024년 정밀안전점검		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
바닥판	균열(0.3mm이상)	m	—	—	2.50	2	▲ 2.50	신규손상
	백태	m ²	0.43	—	0.43	2	— —	변동없음
	파손 및 철근노출	m ²	0.09	—	0.99	3	▲ 0.90	신규손상
거더	상태양호	—	—	—	—	—	— —	—
가로보	균열(0.3mm미만)	m	1.40	—	1.40	1	— —	변동없음
교대	균열(0.3mm미만)	m	1.00	—	1.00	2	— —	변동없음
	보수부재균열(0.3mm미만)	m	1.00	—	1.00	2	— —	변동없음
	백태	m ²	2.26	—	2.26	6	— —	변동없음
	누수흔적, 체수	m ²	9.39	—	9.39	7	— —	변동없음
	페콘크리트 적치	m ²	3.75	—	3.75	5	— —	변동없음
	누수오염, 표면오염	m ²	4.70	—	4.70	4	— —	변동없음
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.10	—	6.10	6	— —	변동없음
교량받침	받침몰탈 균열(0.3mm미만)	m	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	받침몰탈 재균열(0.3mm미만)	m	—	—	0.10	1	▲ 0.10	신규손상
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	—	—	0.20	1	▲ 0.20	신규손상
	Plate 부식	EA	3.00	—	3.00	3	— —	변동없음
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	45.10	—	45.10	114	— —	변동없음
	후타재 파손, 패임	m ²	0.44	—	0.44	5	— —	변동없음
	유간 토사퇴적	m	9.00	—	9.00	3	— —	변동없음
	본체 변형	EA	4.00	—	4.00	4	— —	변동없음
	차수판 볼트/너트 부족	EA	8.00	—	8.00	8	— —	변동없음
교면포장	아스콘 균열	m	33.00	—	33.00	2	— —	변동없음
	패임	m ²	0.07	—	0.07	2	— —	변동없음
배수시설	배수구 막힘	EA	6.00	—	6.00	6	— —	변동없음
	배수로 토사퇴적	m ²	1.20	—	1.20	1	— —	변동없음
	배수관 길이부족	EA	5.00	—	3.00	3	▼ 2.00	상태양호
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	m	9.30	—	9.30	23	— —	변동없음
	균열(0.3mm이상)	m	0.25	—	0.25	1	— —	변동없음
	망상균열(폭0.2mm)	m ²	1.76	—	1.76	2	— —	변동없음
	파손, 들뜸, 패임, 긁힘	m ²	10.33	—	10.33	31	— —	변동없음
	식생	m ²	1.76	—	1.76	33	— —	변동없음
	난간 변형	m	1.00	—	1.00	1	— —	변동없음
	누수흔적	m ²	2.36	—	2.36	5	— —	변동없음
	이음부 노출	m ²	0.30	—	0.30	2	— —	변동없음
교량접합설	상태양호	—	—	—	—	—		

2.4 콘크리트 내구성 조사

콘크리트 내구성조사는 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부를 판정하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

본 과업의 내구성조사는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2023. 12, 국토교통부/국토안전관리원)』에 근거하여 시험방법, 시험빈도 및 평가방법 등을 실시하였다.

2.4.1 조사 현황 및 위치

가. 조사 현황

본 과업에서 콘크리트 내구성조사를 위해 콘크리트 강도시험(반발경도시험), 탄산화깊이 측정 등을 실시하였으며, 각 부재별 콘크리트 비파괴시험 현황은 다음과 같다.

【표 2.4.1】 콘크리트 비파괴시험 현황

항 목	기준수량		수 량(개소)				비 고
	상부구조	하부구조	기준		실시		
			상부	하부	상부	하부	
반발경도 시 험	• 50m 마다	• 50m 마다	3	3	5	3	
탄산화 깊이 측정	• 5경간 이내: 2~3개소 ¹⁾ • 5경간 이상: 3~6개소 ²⁾		1	1	2	1	

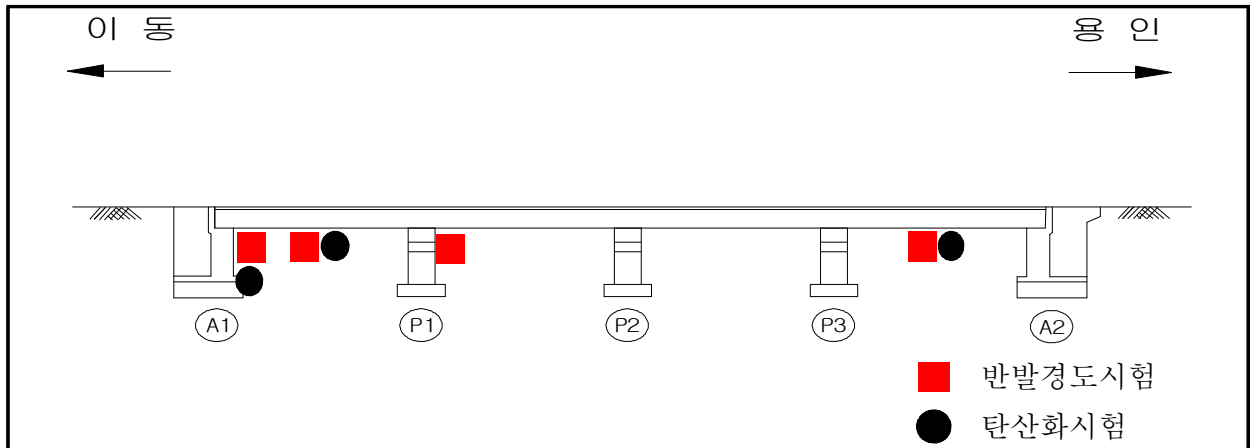
주1) 교량 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시

주2) 교량 상부구조에서 최소 2개소 이상 실시

나. 콘크리트 내구성시험 위치 선정사유

대상 구조물에 대한 재료시험은 도보로 접근이 가능한 위치를 우선적으로 실시하였으며, 도보로 접근이 가능하지 못한 부위는 교량점검차 등을 이용하여 접근 후 시험을 실시하였다. 시험 위치는 건전부 및 비건전부에서 실시하였다. 기존에 실시한 부위는 주변 및 미실시한 부재를 중심으로 실시하여 차후 점검 및 진단 비교·평가를 목적으로 하였다.

다. 콘크리트 내구성조사 위치도



【그림 2.4.1】 콘크리트 내구성조사 위치도

2.4.2 시험결과 및 분석

가. 콘크리트 강도시험

콘크리트 비파괴강도시험은 상·하부구조에서 반발경도시험(총 8개소)을 실시하였으며, 측정 결과는 표준편차와 변동계수가 적은 값으로 콘크리트 비파괴강도를 추정하는데 이용하였다.



【사진 2.4.1】 반발경도시험 현장사진

1) 비파괴강도 시험결과

【표 2.4.2】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(바닥판, 가로보)

시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
상부 구조	S4	바닥판	48.9	27.8	28.2	0.63	27.0	건전부
	S4	바닥판	47.5	26.7	27.6			비건전부
	S4	가로보	55.4	32.9	31.1	0.63	27.0	건전부
평균			—	29.1	29.0	—	—	
표준편차			—	3.31	1.87	—	—	
변동계수			—	0.114	0.064	—	—	
최대값			—	32.9	31.1	—	—	
최소값			—	26.7	27.6	—	—	

【표 2.4.3】 상부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(거더)

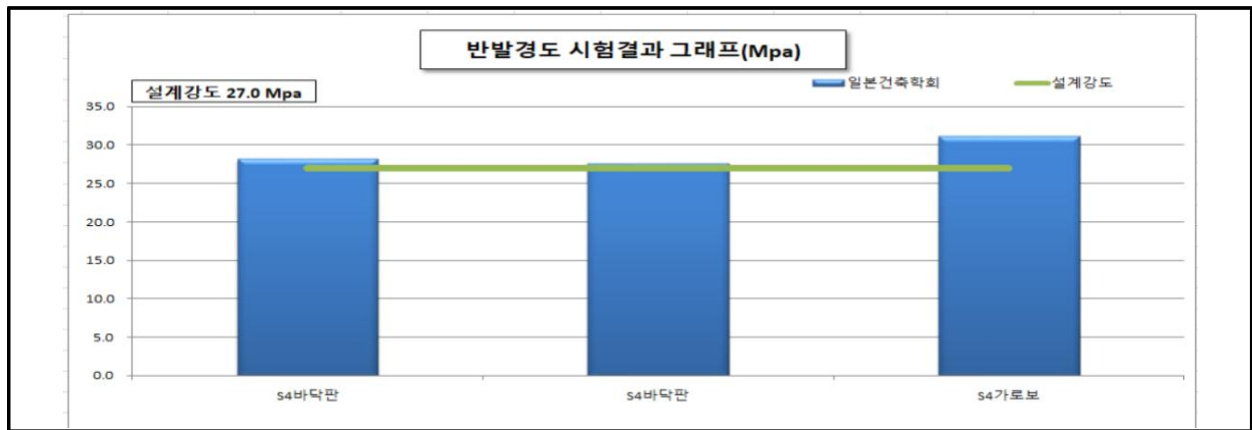
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	과학기술부	한국시설 안전공단			
상부 구조	S1-G7	거더	60.9	50.2	64.0	0.63	35.0	건전부
	S4-G7	거더	58.3	47.7	60.1			건전부
평균			—	49.0	62.1	—	—	
표준편차			—	1.77	2.76	—	—	
변동계수			—	0.036	0.044	—	—	
최대값			—	50.2	64.0	—	—	
최소값			—	47.7	60.1	—	—	

【표 2.4.4】 하부구조 콘크리트 비파괴강도 시험결과(교대 및 교각)

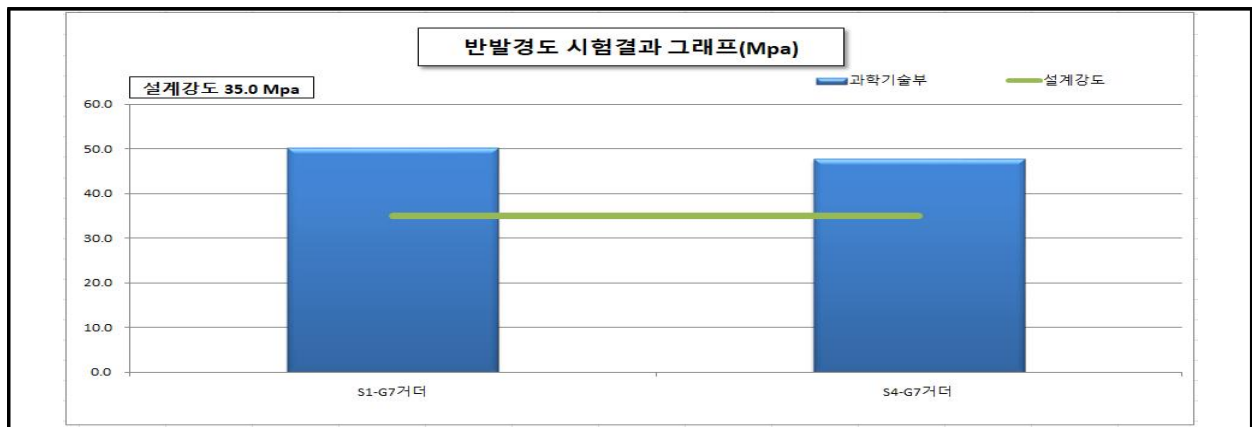
시험위치			반발경도법(MPa)			재령계수	설계기준 강도 (MPa)	비고
			반발경도 (R_o)	일본재료 학회	일본건축 학회			
하부 구조	A1	교대	44.5	24.2	26.2	0.63	21.0	건전부
	P3	교각	48.9	27.8	28.2	0.63	21.0	건전부
	P3	교각	46.0	25.4	26.9			비건전부
평균			—	25.8	27.1	—	—	
표준편차			—	1.83	1.01	—	—	
변동계수			—	0.071	0.037	—	—	
최대값			—	27.8	28.2	—	—	
최소값			—	24.2	26.2	—	—	

【표 2.4.5】비파괴강도 시험결과 분석

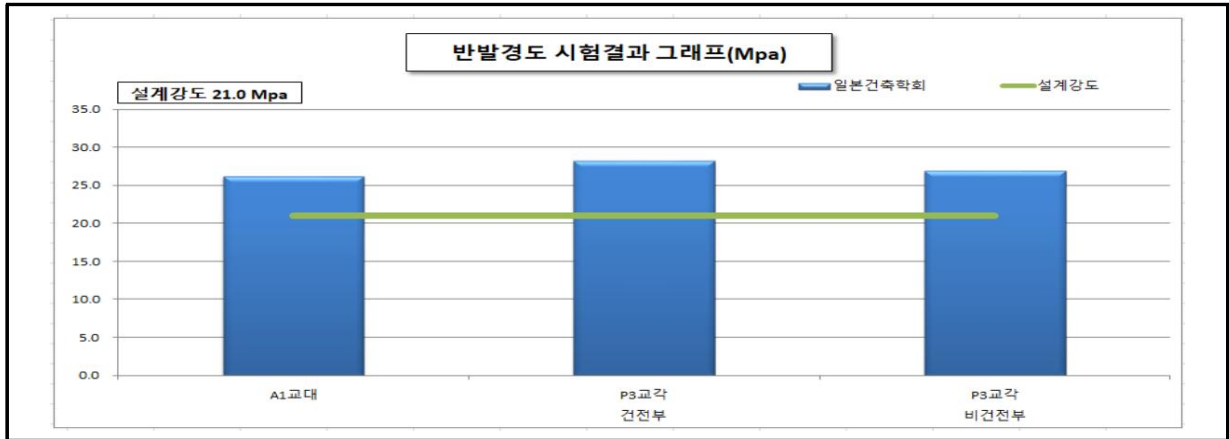
시험위치	압축강도(MPa) 추정		설계기준강도 (MPa)	평균 추정강도 (MPa)	강도비교 (%)	비고
	일본건축학회 (과학기술부)					
바닥판 및 가로보	27.6	~ 31.1	27.0	29.1	107.8	
거더	47.7	~ 50.2	35.0	49.0	140.0	
교대 및 교각	26.2	~ 28.2	21.0	27.1	129.0	



【그림 2.4.2】반발경도시험(상부구조)



【그림 2.4.3】반발경도시험(상부구조 교강도)



【그림 2.4.4】 반발경도시험(하부구조)

반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면 및 가로보) 27.6~31.1MPa, 상부구조(거더) 47.7~50.2MPa, 하부구조(교대 및 교각) 26.2~28.2MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 거더: 35.0MPa, 가로보: 27.0MPa, 교대 및 교각: 21.0MPa)를 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.

2) 기 점검결과와의 비교

【표 2.4.6】 비파괴강도 기 점검결과와의 비교

구 분	위 치	2022년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	설계기준강도
반발경도법	바닥판 및 가로보	35.6 ~ 36.6	27.6 ~ 31.1	27.0
	거더	62.5 ~ 69.4	47.7 ~ 50.2	35.0
	교대 및 교각	29.8 ~ 34.2	26.2 ~ 28.2	24.0
검토의견		■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과 측정부위에 따라 다소 차이는 있지만, 설계강도를 100% 상회하므로 콘크리트의 강도상태는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.		

3) 반발경도 시험보고서

【표 2.4.7】 반발경도 시험보고서

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구 분	내 용
시험 일자 및 시간	일자 : 2024. 04. 03. ~ 2024. 04. 03. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 재료시험 위치도 참조
시험 대상 구조물	이동교(하)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정
콘크리트 설계 조건 (강도, MPa)	바닥판하면 : 27.0MPa, 거터 : 35.0MPa, 가로보 : 27.0MPa 교대 : 21.0MPa, 교각 : 21.0MPa
시험 위치의 표면 상태	균열, 박리 등이 없는 양호한 부위 대상 표면정리(요철제거)
시험시의 온도 및 콘크리트의 재령	14.6℃, 3000일 이상
콘크리트 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구 분	내 용
측정기의 종류	NR-Type(NR-10)
제품번호	28191
시험기기의 교정	한국산업기술시험원 교정(엔빌테스트 : 80 ± 2)
3. 시험 방법	
구 분	내 용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정 평균치의 $\pm 20\%$ 범위 내
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정은 드릴링을 통한 천공 후 지시약을 사용하여 적색으로 변색되는 시점을 탄산화 깊이로 정하였으며, 버니어캘리퍼스를 이용하여 그 깊이를 측정하였다. 피복두께는 철근탐사기를 이용하여 피복두께를 확인 후, 설계피복과 비교하여 작은 값으로 선정하였다.



【사진 2.4.2】 탄산화 깊이 측정 현장사진

1) 탄산화 깊이 측정결과

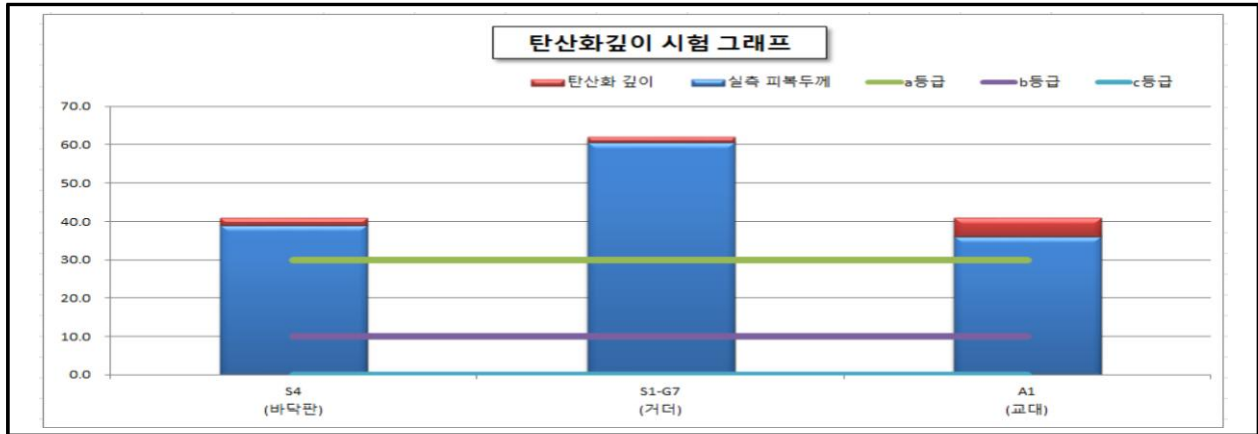
【표 2.4.8】 탄산화 깊이 측정결과 및 평가

시험위치		탄산화 깊이 (mm)	실측 피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화 속도계수 (A)	잔존 수명 (년)	비 고
상부구조	S4 바닥판	2.0	41.0	39.0	a	0.45	100년이상	
	S1-G7 거더	1.5	62.0	60.5	a	0.34	100년이상	
하부구조	A1 홍벽	5.0	41.0	36.0	a	1.12	100년이상	

측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.5~2.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

【표 2.4.9】 탄산화 시험결과 분석

구 분	탄산화 깊이(mm)	잔여깊이(mm)	비고
상부구조	1.5~2.0	39.0~60.5	
하부구조	5.0	36.0	



【그림 2.4.5】 탄산화깊이 시험 그래프

2) 기 점검결과와의 비교

【표 2.4.10】 탄산화 깊이 기 점검결과와의 비교

구 분	2022년 정밀안전점검			2024년 정밀안전점검			비 고
	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	탄산화깊이 (mm)	잔여깊이 (mm)	평가 결과	
상부구조	1.70	31.30	a	1.5~2.0	39.0~60.5	a	
하부구조	5.54~5.64	37.46	a	5.0	36.0	a	
검토의견	■ 기존 및 금회 측정값 비교 분석 결과, 실측피복두께를 적용하여 다소 차이는 있지만, 잔여깊이가 30mm 이상 확보하는 것으로 분석되어 탄산화에 진행에 따른 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.						

3) 시험보고서

【표 2.4.11】 탄산화 깊이 시험 보고서

구 분	내 용
시험일자	2024년 04월 03일
시험시간	09:00 ~ 17:00
시험 영역의 위치	콘크리트 라인임
골재 종류	보통골재(추정)
측정면의 종류	햄머드릴을 이용해 뚫어낸 면
시약	페놀프탈레인 1% 용액
측정 기구	햄머드릴, 버니어 캘리퍼스, 시험지
시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간	즉시
측정결과(측정값, 평균값, 최대값 등)	시험 성과표 참조
연한 적자색 변색 유무	유

다. 금회점검 내구성조사 결과요약

【표 2.4.12】금회 점검 내구성조사 결과요약

시험명	시험부위		시험 결과	검토 의견
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	바닥판 하면 (설계기준 : 27MPa)	27.6 ~ 31.1	■ 설계강도 이상(양호)
		거더 (설계기준 : 35MPa)	47.7 ~ 50.2	
	하부 구조	교대 및 교각 (설계기준 : 21MPa)	26.2 ~ 28.2	
탄산화 깊이 (mm)	상부구조	진행깊이(mm)	1.5~2.0	■ 탄산화 잔여깊이 30mm이상 ■ 탄산화에 의한 내구성저하 없음
		잔여깊이(mm)	39.0~60.5	
	하부구조	진행깊이(mm)	5.0	
		잔여깊이(mm)	36.0	

라. 기 점검결과와 비교

【표 2.4.13】기 점검결과와 비교

시험명	시험부위		2022년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검	비고
비파괴 강도 (MPa)	상부 구조	바닥판 하면 (설계기준 : 27MPa)	35.6 ~ 36.6	27.6 ~ 31.1	추정식, 측정 위치에 따른 편차로 인해 정밀한 비교가 어려우나 전개소 설계강도를 100% 상회하여 내구성저하가 없는 것으로 판단됨.
		거더 (설계기준 : 35MPa)	62.5 ~ 69.4	47.7 ~ 50.2	
	하부 구조	교대 및 교각 (설계기준 : 21MPa)	29.8 ~ 34.2	26.2 ~ 28.2	
탄산화 깊이 (mm)	상부 구조	진행깊이 (mm)	1.70	1.5~2.0	측정위치에 따른 편차가 일부 존재하나 급격한 진전은 없는 양호한 상태로 확인되며, 탄산화 진행으로 인한 철근부식의 영향은 없는 것으로 판단됨.
		잔여깊이 (mm)	31.30	39.0~60.5	
	하부 구조	진행깊이 (mm)	5.54~5.64	5.0	
		잔여깊이 (mm)	37.46	36.0	

2.5 상태평가

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 (안전점검·진단 편 -2023. 12.)』의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전점검의 상태평가 기준은 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하게 된다.

2.5.1 시설물 전체 상태평가 결과

가. 상태평가 결과

현장조사 및 시험결과에 의한 상태평가를 수행한 결과, 구조물에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않은 상태로서 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 ‘B등급’으로 산정되었다.

【표 2.5.1】 상태평가 결과표

부재의 분류			상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성요소	
상부	하부	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간연석	신축이음	교량받침	하부	기초	탄산화	
													상부	하부
S1	A1	PSCI	c	a	a	a	c	c	c	a	b	q	a	a
S2	P1	PSCI	a	a	b	b	c	c	—	b	a	q	—	—
S3	P2	PSCI	a	a	a	a	c	c	c	b	b	q	—	—
S4	P3	PSCI	c	a	a	b	c	c	—	a	b	q	—	—
	A2								c	b	b	q	a	—
평균			0.250	0.100	0.125	0.150	0.400	0.400	0.400	0.160	0.180	—	0.100	0.100
가중치			18	20	5	7	3	2	9	9	20	—	4	3
(평균×가중치) /가중치합			0.045	0.020	0.006	0.011	0.012	0.008	0.036	0.014	0.036	—	0.004	0.003
													0.195	
													B	

■ 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도지수}(0.195) < 0.260$

나. 공중이 이용하는 부위 상태평가

① 추락방지시설

결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 “c” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

② 도로포장

차량주행에 문제는 없으며 보수 여부를 결정하여야 하는 상태로 “b” 등급으로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불편감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

③ 도로부 신축이음부

국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태인 “c” 로 평가됨.

기준	상태기준 설명
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

④ 환기구 등의 덮개

미설치된 상태로 평가불가.

기준	상태기준 설명
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○ 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

다. 시설물 전체 상태평가 결과

【표 2.5.2】 시설물 전체 상태평가 결과표

구 분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장 (m)	차선	길이 X 차선	연장비	환산결함도점수 X 연장비
이동교(하)	0.195	B	120	4	480	1.000	0.195
합계(Σ)			120	4	480	1.000	0.195
1. 평가지수 =							0.195
2. 상태평가결과 =							B

2.5.2 기 점검 결과와의 비교

【표 2.5.3】 전회 정밀안전점검과 상태평가 결과 비교·분석

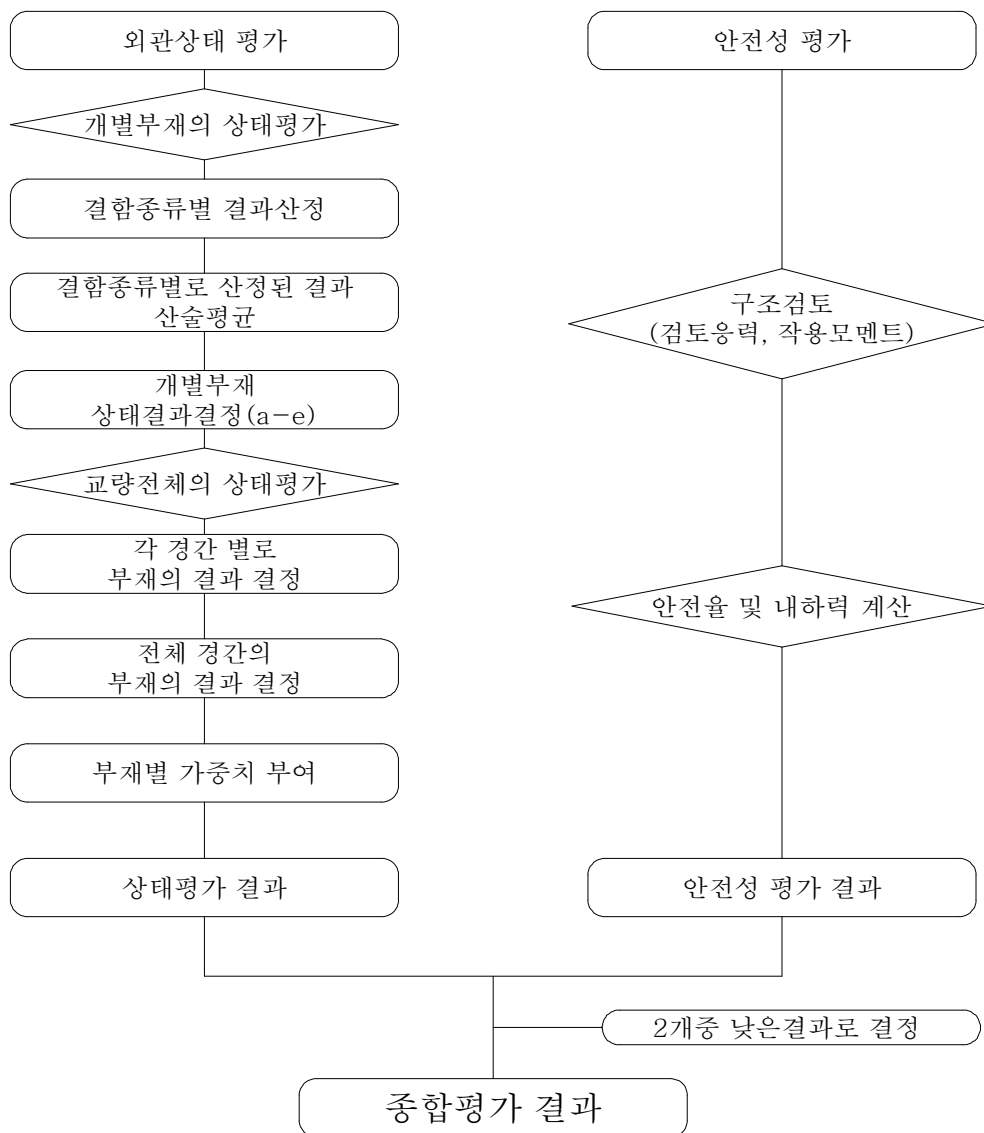
구 분	2022년 정밀안전점검	2024년 정밀안전점검
환산결함도 점수	0.169	0.195
상태평가결과	B	B
총 평	- 금회 정밀안전점검 결과, 이동교(하)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. - 전회(2022년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.169에서 0.195로 0.026 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다. - 환산결함도 점수가 증가된 주요 원인은 바닥판 균열, 파손 및 철근노출, 교량받침 받침물탈 균열, 받침콘크리트 균열 등이 추가 조사되어 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.	

2.6 종합평가 및 안전등급 지정

2.6.1 종합평가 결과 산정방법

외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정한다.

■ 종합평가 등급=MIN(상태평가 결과, 안전성 평가 결과)



【그림 2.6.1】 종합평가 결과 산정절차

2.6.2 종합평가 결과

본 과업에서는 안전성평가를 실시하지 않았으므로, 외관조사 및 시험에 의한 상태평가 결과를 검토하여 종합평가 결과는 “B” 로 평가되었다.

【표 2.6.1】 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S · F	기준	
이동교(하)	0.195	B	—	—	B
종합평가	•외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 “B” 로 평가됨 •종합평가 결과, “B” 로 평가됨				

2.6.3 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 시설물의 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

【표 2.6.2】 안전등급 지정

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

2.7 보수·보강 및 유지관리방안

2.7.1 보수·보강 방안

【표 2.7.1】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	우선순위
바닥판하면	균열(0.3mm이상)	m	2.50	2	주입보수	2
	백태	m ²	0.43	2	표면처리	2
	파손 및 철근노출	m ²	0.99	3	단면보수(방청)	2
거더	상태양호	—	—	—	—	—
가로보	균열(0.3mm미만)	m	1.40	1	표면처리	3
교대	균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	표면처리	3
	보수부재균열(0.3mm미만)	m	1.00	2	표면처리	3
	백태	m ²	2.26	6	표면처리	2
	누수흔적, 체수	m ²	9.39	7	주의관찰	—
	폐콘크리트 적치	m ²	3.75	5	정비	3
	누수오염, 표면오염	m ²	4.70	4	주의관찰	—
교각	균열(0.3mm미만)	m	6.10	6	표면처리	3
교량받침	받침몰탈 균열(0.3mm미만)	m	0.10	1	표면처리	2
	받침몰탈 재균열(0.3mm미만)	m	0.10	1	표면처리	2
	받침콘크리트 균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	표면처리	2
	Plate 부식	EA	3.00	3	도장보수	2
신축이음	후타재 균열(0.3mm미만)	m	45.10	114	주의관찰	—
	후타재 파손, 패임	m ²	0.44	5	단면보수	2
	유간 토사퇴적	m	9.00	3	청소	3
	본체 변형	EA	4.00	4	주의관찰	—
	차수판 볼트/너트 부족	EA	8.00	8	정비	3
교면포장	아스콘 균열	m	33.00	2	주의관찰	—
	패임	m ²	0.07	2	주의관찰	—
배수시설	배수구 막힘	EA	6.00	6	청소	3
	배수로 토사퇴적	m ²	1.20	1	청소	3
	배수관 길이부족	EA	3.00	3	정비	3
난간 및 연석	균열(0.3mm미만)	m	9.30	23	표면처리	3
	균열(0.3mm이상)	m	0.25	1	주입보수	2
	망상균열(폭0.2mm)	m ²	1.76	2	표면처리	3
	파손, 들뜸, 패임, 균침	m ²	10.33	31	단면보수	3
	식생	m ²	1.76	33	주의관찰	—
	난간 변형	m	1.00	1	정비	3
	누수흔적	m ²	2.36	5	주의관찰	—
	이음부 노출	m ²	0.30	2	주의관찰	—
교량 점검시설	상태양호	—	—	—	—	—

2.7.2 개략공사비

【표 2.7.2】 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥판하면	균열 (0.3mm이상)	주입보수	2.5	3.75	m	86	323	2
	백태	표면처리	0.43	0.65	m²	249	162	2
	파손 및 철근노출	단면보수(쌍창)	0.99	1.49	m²	1,113	1,658	2
가로보	균열 (0.3mm미만)	표면처리	1.4	0.35	m²	187	65	3
교대	균열 (0.3mm미만)	표면처리	1	0.25	m²	250	63	3
	보수부재균열 (0.3mm미만)	표면처리	1	0.25	m²	250	63	3
	백태	표면처리	2.26	3.39	m²	250	848	2
	페콘크리트 적치	정비	3.75	5.63	m²	8	45	3
교각	균열 (0.3mm미만)	표면처리	6.1	1.53	m²	250	383	3
교량받침	받침물탈락균열 (0.3mm미만)	표면처리	0.1	0.03	m²	250	8	2
	받침물탈락재균열(0.3mm미만)	표면처리	0.1	0.03	m²	250	8	2
	받침콘크리트균열(0.3mm미만)	표면처리	0.2	0.05	m²	250	13	2
	Plate 부식	도장보수	3	3.00	EA	415	1,245	2
신축이음	후타재파손, 패임	단면보수	0.44	0.66	m²	960	634	2
	유간 토사퇴적	청소	9	13.50	m	8	108	3
	차수관볼트/너트부족	정비	8	8.00	EA	8	64	3
배수시설	배수구 막힘	청소	6	6.00	EA	184	1,104	3
	배수로 토사퇴적	청소	1.2	1.80	m²	184	331	3
	배수관 길이부족	정비	3	3.00	EA	577	1,731	3
난간및연척	균열 (0.3mm미만)	표면처리	9.3	2.33	m²	250	583	3
	균열 (0.3mm이상)	주입보수	0.25	0.38	m	187	71	2
	망상균열(폭0.2mm)	표면처리	1.76	2.64	m²	250	660	3
	파손, 들뜸, 패임, 균침	단면보수	10.33	15.50	m²	960	14,880	3
	난간 변형	정비	1	1.50	m	422	633	3
개략 공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	-		4,970		20,713		
	재경비 (순공사비의 50%)	-		2,485		10,357		
	합계	-		7,455		31,070		
개략공사비 총계(천원)		38,525						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

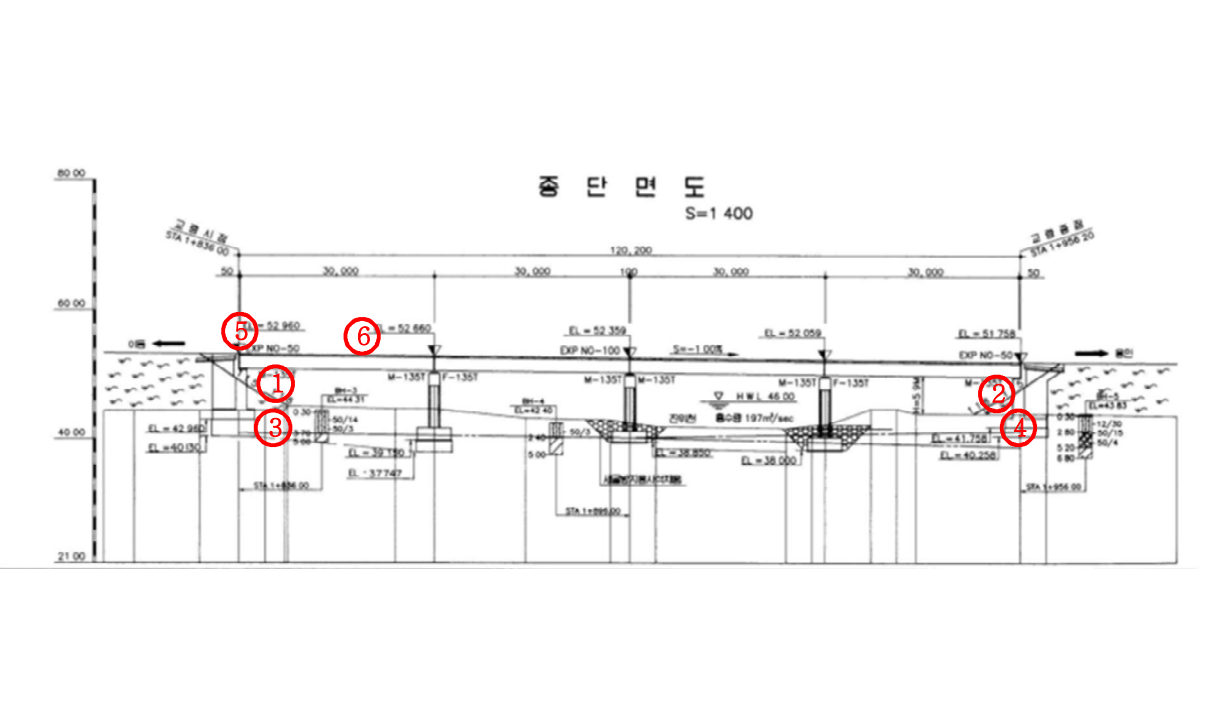
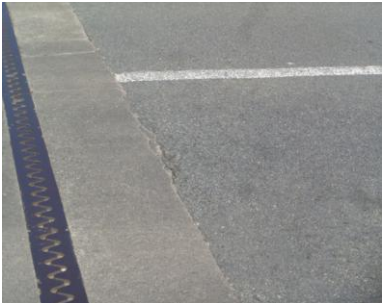
2.7.3 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 교량의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 2.7.3】중점유지관리 항목

부재구분	중 점 사 항
교면포장	교면포장 손상여부 점검(주행성 중심)
방호벽	방호벽 손상여부 점검
배수시설	배수구 막힘 여부 점검(발생여부 점검)
바닥판	- 바닥판하면 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인
거더 및 가로보	- 거더 및 가로보 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인
교량받침	- 교량받침 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인 - 이동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	- 신축이음 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인 - 이동 여유량 지속적 관리
하부구조	- 하부구조 손상여부 점검(발생여부 점검) - 기존 손상 진전여부 확인

◎ 부재별 중점점검 손상

		
① 바닥판하면 파손 및 철근노출 - 진전 여부확인	② 바닥판하면 균열(0.3mm이상) - 진전 여부확인	③ 교대 백태 - 진전 여부확인
		
④ 교량받침 Plate 부식 - 진전 여부확인	⑤ 신축이음 후타재 파손 - 진전 여부확인	⑥ 중분대 들뜸 - 진전 여부확인
		

2.8 종합결론

본 시설물은 경기도 안성시 양성면 난실리 375-1에 위치한 교량으로서 총 연장 120.0m, 폭 17.3m, 편도 4차로로 시공되어, 2004년도에 준공되어 약 19년간 공용중인 교량 구조물이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사 및 시험, 상태평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

2.8.1 종합결론

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판 하면에 발생한 균열(0.3mm이상)은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 구속응력 등에 의한 발생한 손상으로 우수유입, 온도변화 등에 의해 손상이 진전될 우려가 있으므로 내구성 확보 차원에서 주입보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 백태는 손상부를 통한 우수유입, 수분접촉, 종조인트 누수 등의 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 표면처리를 통해 구조물의 내구성 저하를 방지하는 것이 바람직하다.
- 파손 및 철근노출은 외부충격, 우수유입, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 및 손상의 진전 방지를 위해 단면보수(방청)를 실시하는 것이 필요하다.

2) PSC I Girder

- 거더는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 추후 추가 손상 발생 여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

3) 가로보

- 가로보에 발생된 균열(0.3mm미만)은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 구속응력 등에 의한 발생한 손상으로 우수유입, 온도변화 등에 의해 손상이 진전될 우려가 있으므로 내구성 확보 차원에서 표면처리 보수를 실시하는 것이 필요하다.

4) 교대

- 교대에 발생한 균열 및 재균열(0.3mm미만)은 건조수축 및 구속응력, 온도변화 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 박리 또는 내부 철근의 부식 팽창 등에 의해 박락이 발생할 수 있으므로 내구성 확보를 위한 표면보수를 실시하는 것이 필요하다.

- 백태는 손상부를 통한 우수유입, 수분접촉, 종조인트 누수 등의 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 표면처리를 통해 구조물의 내구성 저하를 방지하는 것이 바람직하다.
- 누수흔적, 체수, 누수오염, 표면오염은 신축이음부 우수유입, 외기노출 등에 의한 것으로 판단되며, 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다. 보수시 신축이음부와 연계된 보수가 필요하다.
- 폐콘크리트 적치는 공사 및 보수시 발생한 것으로 정비를 통한 유지관리가 요구된다.

5) 교각

- 교각에 발생한 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 구속응력, 거푸집 조기탈거, 온도변화 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 박리 또는 내부 철근의 부식 팽창 등에 의해 박락이 발생할 수 있으므로 내구성 확보를 위한 보수를 실시하는 것이 필요하다.

6) 교량받침

- 교량받침에서 조사된 받침몰탈 균열 및 재균열(0.3mm미만), 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)의 경우 건조수축 및 온도변화, 거푸집 조기탈형 등에 의한 손상으로 판단되며, 미세균열로 교량 받침의 거동에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 보수 조치가 필요하다고 판단된다.
- Plate 부식의 경우 시공미흡, 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등에 의해 발생한 손상으로 장기적인 내구성 확보를 위하여 재도장을 통한 보수가 필요하다.
- 연단거리 측정 결과, 전 개소 모두 실측 연단거리가 계산 연단거리를 상회하고 있는 것으로 측정되어 설계기준을 만족하고 있는 것으로 검토되었다.
- 계산여유량과 실측여유량의 비교·검토결과 가동여유량이 충분한 것으로 조사되었으며, 교량 받침의 이탈 가능성은 없는 상태로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음에 발생한 후타재 균열(0.3mm미만), 본체 변형은 건조수축, 차량 반복통행, 장기공용, 열화 등으로 인한 손상으로 판단되며, 발생한 손상으로 인한 차량통행에 지장 및 신축이음 기능저하 등은 없는 상태로 주의관찰 후 관리주체의 유지관리계획에 맞추어 보수하여도 구조물의 사용 및 안전에는 지장이 없을 것으로 판단된다.
- 후타재 파손, 패임의 경우 차량 윤회중, 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 차량의 안전 사고 및 손상의 진전 방지를 위해 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

- 유간 토사퇴적의 경우 공용기간 경과에 따른 비산먼지 축적에 의해 발생한 손상으로 청소 등의 정비를 통한 유지관리가 요구된다.
- 차수판 볼트/너트 부족은 공용기간 경과, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 하부 우수유입 방지를 위해 교체를 통한 정비가 요구된다.
- 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

8) 교면포장

- 교면포장에 발생된 아스콘 균열, 패임의 경우 차량의 윤하중, 외부충격 등에 의해 발생한 손상으로 비교적 경미한 상태로 차량 주행성능 저하의 우려는 없는 것으로 판단되는 바 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하고, 진전시 아스콘 실링, 팻칭 등과 같은 보수를 실시하는 것이 바람직하다.

9) 배수시설

- 배수시설의 배수구 막힘, 배수로 토사퇴적, 배수관 길이부족은 공용기간 증가, 우천시 토사유입, 시공미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 원활한 배수기능을 확보하기 위하여 청소, 정비를 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

10) 난간 및 연석

- 방호벽 및 중분대에 발생한 균열(0.3mm미만, 이상), 망상균열(폭0.2mm)의 경우 건조수축 및 구속응력, 온도변화, 수화열 등에 의해 발생한 것으로 내구성 및 미관 확보 차원의 보수를 실시하는 것이 요구되며, 보수시 철저한 시공관리를 통해 재손상이 발생하지 않도록 하는 것이 필요하다.
- 파손, 들뜸, 패임, 긁힘의 경우 차량충격에 따른 외부충격, 시공시 다짐불량, 시공미흡 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지 및 내구성 확보 차원에서 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 난간 변형의 경우 차량충격에 따른 외부충격에 의한 손상으로 주행차량의 안전성 및 내구성 확보를 위해 정비를 통한 유지관리가 요구된다.
- 식생, 누수흔적, 이음부 노출의 경우 공용기간 경과, 비산먼지 및 토사 축적, 강우, 외기노출 등에 의해 발생한 것으로 손상 범위 확대 여부에 대한 주의관찰이 필요하다.

11) 교량 점검시설

- 점검시설은 현재 양호한 상태로 확인되었으며, 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

12) 공중이 이용하는 부위

- 공중이 이용하는 부위중 추락방지시설은 방호벽, 도로포장은 교면포장, 도로부 신축이음부는 신축이음장치에 기입된 내용으로 대체하였으며, 환기구 등의 덮개는 미설치된 상태이다.

13) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조(바닥판하면 및 가로보) 27.6~31.1MPa, 상부구조(거더) 47.7~50.2MPa, 하부구조(교대 및 교각) 26.2~28.2MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(바닥판하면: 27.0MPa, 거더: 35.0MPa, 가로보: 27.0MPa, 교대 및 교각: 21.0MPa)를 상회하여 콘크리트의 강도상태는 양호한 것으로 확인된다 따라서, 금회 시험을 실시한 콘크리트 강도는 공용년수 경과에 따른 강도 저하가 발생되지 않은 것으로 판단된다.
- 탄산화 깊이 측정결과, 상부구조 탄산화깊이는 1.5~2.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 5.0mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 "a"로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 정밀안전점검 결과, 이동교(하)의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다.
- 전회(2022년) 정밀안전점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.169에서 0.195로 0.026 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B” 로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가된 주요 원인은 바닥판 균열, 파손 및 철근노출, 교량받침 받침몰탈 균열, 받침콘크리트 균열 등이 추가 조사되어 전체 환산결함도 점수가 증가한 것으로 판단된다.

다. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 이동교(하)에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 이동교(하)의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

2.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

2.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 바닥판 하면에 발생한 균열(0.3mm이상)은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형, 구속응력 등에 의한 발생한 손상으로 우수유입, 온도변화 등에 의해 손상이 진전될 우려가 있으므로 내구성 확보 차원에서 주입보수를 실시하는 것이 필요하다.
- 파손 및 철근노출은 외부충격, 우수유입, 온도변화 등에 의한 손상으로 판단되며, 내구성 확보 및 손상의 진전 방지를 위해 단면보수(방청)를 실시하는 것이 필요하다.
- Plate 부식의 경우 시공미흡, 우수유입, 외기노출, 공용기간 경과 등에 의해 발생한 손상으로 장기적인 내구성 확보를 위하여 재도장을 통한 보수가 필요하다.
- 후타재 파손, 패임의 경우 차량 운하중, 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 차량의 안전 사고 및 손상의 진전 방지를 위해 단면보수를 실시하는 것이 요구된다.

2.8.4 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.